

**НАЦИОНАЛНА СПОРТНА АКАДЕМИЯ
„ВАСИЛ ЛЕВСКИ”**

КАТЕДРА: „ТЕХНИЧЕСКИ И ЛЕДЕНИ СПОРТОВЕ”



ТАТЯНА ДИМЧЕВА ЙОРДАНОВА

АВТОРЕФЕРАТ

**РАЗВИТИЕ НА СПЕЦИФИЧНИ ДВИГАТЕЛНИ
ВЪЗМОЖНОСТИ ПРИ МЛАДИ 11 – 13-ГОДИШНИ
ФИГУРИСТИ**

София, 2019

**НАЦИОНАЛНА СПОРТНА АКАДЕМИЯ
„ВАСИЛ ЛЕВСКИ”**

КАТЕДРА: „ТЕХНИЧЕСКИ И ЛЕДЕНИ СПОРТОВЕ”

ТАТЯНА ДИМЧЕВА ЙОРДАНОВА

**РАЗВИТИЕ НА СПЕЦИФИЧНИ ДВИГАТЕЛНИ ВЪЗ-
МОЖНОСТИ ПРИ МЛАДИ 11 – 13-ГОДИШНИ ФИГУ-
РИСТИ**

АВТОРЕФЕРАТ

**на дисертационен труд за присъждане на образователна и на-
учна степен „Доктор“, в професионално направление
7.6. Спорт, докторска програма „Теория и методология
на спортната наука“**

**Научен ръководител
проф. Даниела Станимирова Дашева, дн**

**Официални рецензенти:
доц. Иван Колев Иванов, дн
доц. инж. Огнян Кирилов Тишинов, доктор**

София, 2019

Дисертационният труд е обсъден на разширено заседание на катедра „Технически и ледени спортове“ при НСА „Васил Левски“, проведено на 13.12.2018 г. и насочен за публична защита пред научно жури.

Дисертационният труд съдържа 166 стандартни страници. Онагледен е с 50 таблици, 43 фигури, 6 рисунъка, 3 приложения и списък с литературата. Библиографската справка съдържа 179 литературни източника, от които 152 на кирилица и 27 на латиница.

Публичната защита на дисертационния труд ще се състои на 27.03.2019 г. от 14:00 часа в Аула А3 на НСА „Васил Левски“, Студентски град, София, на заседание на Специализираното научно жури. Материалите за защита се намират в библиотеката на Академията.

Забележка: Номерацията на таблиците и фигурите в Автореферата съответства на тяхната номерация в дисертационния труд.

УВОД

Актуалност на изследването. Фигурното пързаяне е спорт със сложна координационна структура, при който се извършват движения върху ледено поле чрез обръщания, промяна на посоката и скоростта, комбинирано с допълнителни елементи, като скокове, комбинации и серии от скокове, поредици от стъпки и пируети.

Фигурното пързаяне се отнася към групата спортове със стабилна кинематична структура, за която е характерно формата и характера им да са предварително установени на базата на рационална биомеханична структура и редица изисквания за стил и естетичност, което задължава спортиста да се съобразява с тях. Основната задача, която стои тук, е повишаване стабилността и качеството на изпълнението. Разширяването на техническия арсенал се осигурява чрез моделирането на нови упражнения, чиято динамична и енергетична характеристика трябва да съответства на индивидуалните възможности на спортиста.

Насоченост в развитието на фигурното пързаяне днес е изразената тенденция към хармония на основните компоненти на пързаянето и балансираното съдържание на програмите. Състезателите трябва да демонстрират владееене на всички структури от елементи – стъпки, спирали, пируети и скокови елементи.

Една от характеристиките на модерното фигурно пързаяне с кънки е прогресивното усложняване на състезателните програми. Най-важният показател за майсторството на фигуристите е нивото на изпълнение на скоковите елементи, оказващи най-голямо влияние върху крайния резултат в състезания.

В тази връзка, за постигане на високи резултати при изпълнение на многооборотни скокове, съвременният учебно-тренировъчен процес трябва да бъде насочен към подобряване качеството на тяхното овладяване и увеличаване на количеството на обороти, изпълнени по време на полета. Това може да бъде

постигнато с помощта на увеличаване височината и дължината на скока, както и на началната ъглова скорост при отскока, последвано от бързото групиране на звената на тялото при полета. Всичко това изисква високо ниво на развитие на скоростно-силовите качества, добра координация на движенията и устойчивост на вестибуларния апарат още в най-ранна възраст.

Глава 1. ПОСТАНОВКА НА ПРОБЛЕМА ПО ДАННИ ОТ НАУЧНОМЕТОДИЧНА ЛИТЕРАТУРА

1.1. Основни тенденции в развитието на състезателни програми за фигурното пързаляне в исторически аспект

Главен технически компонент на волните програми са сложни многооборотни скокове, тъй като те представляват най-сложни движения във волните програми (Мишин, А.Н., 1981). Основната тенденция при промени в програмите се характеризира с увеличаване сложността на елементите и на връзките в комбинациите (Тихомиров, А.К., 1989). Развитието на волните програми е свързано с постоянно увеличаване на координационната сложност на движенията и на скоростта, както и повишаване на изискванията към музикално-естетическите характеристики (Тихомиров, А.К., Кузнецов, А.В., 1989).

Предложението за реформа на съдийската система по фигурно пързаляне за първи път е издигнато от ръководството на Международния кьнки съюз (ISU) на конгрес след Олимпийските игри 2002 година. Същността на новата система е, че вместо две „общи“ оценки (за сложност на програмата и за нейното представяне), съдиите да оценяват всички елементи в програмата поотделно. Всеки елемент има определена стойност (Value), която е постоянна и не подлежи на изменение (поне в продължение на един сезон).

Новите правила налагат и нови изисквания към състезателните програми. Така че, във волните програми на жените максималният брой скокови елементи е седем, като единият от тях трябва да е скок от типа Аксел. От седемте скокови елемента може да се изпълнят максимум до три комбинации или серии от скокове (една от които може да включва до три скока, а другите две – само два). Максималният брой пируети са три – един от тях трябва да е скок в пирует, един комбиниран пирует и един пирует само в една

позиция. Има определени изисквания и за минималното количество обороти за различните пируети. В програмите трябва да има една поредица от стъпки и една хореографска серия (ISU Special Regulations Single & Pair Skating, 2014).

1.2. Характеристика на скоковете във фигурното пързаяне, като тип двигателна дейност

Скоковете във фигурното пързаяне се различават по начина на отскачане и се разделят както следва: на изпълнявани от ръб, в които оттласкващият крак се поставя върху леда на ръба на кънката, и от зъбци, в които оттласкващият крак се поставя върху предната част на кънката, основно върху зъбците.

По число на винтовете се различават: скокове без въртене по време на полета и с въртене на тялото на 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5; 3; 3,5; 4 и т.н. винтове.

Скоковете във фигурното пързаяне са взаимосвързани движения на отделните части на тялото. Да се изучават такива движения е по-удобно, като се разделя цялото движение на отделни части, всяка от които решава своя конкретна задача. Тъй като частите на скока имат непрекъснато променяща се характеристика, възможни са различни варианти на разделяне на скока.

1.3. Анализ на техниката на скоковете

Най-важният показател за сложността на скоковете е количеството на оборотите, които фигуристът изпълнява по време на полета. По тази причина е важен механизмът за създаване на въртенето на тялото около надлъжната ос при изпълнението им. Въртеливото движение около надлъжната ос на тялото възниква по време на оттласкването. При изпълнението на групировка и разгрупировка, фигуристът може само да увеличи или да намали ъгловата скорост на въртенето.

1.4. Специфични двигателни качества на фигуристите. Възрастова характеристика

Съвременното фигурно пързаляне се характеризира с усложняване на програмите, наситени със сложните скокове. Това изисква висока надеждност и стабилност на техническите умения, които могат да бъдат постигнати само при високо ниво на развитие на скоростно-силовите качества на младите фигуристи (Бухарцева, И. Г., 1972, 1973, 1974; Тихомиров, А. К., 1974; Медведева, И.М., 2002). А. Н. Мишин (1981) счита, че скокливостта е необходима и предполага предразположеността на детето към скоковете във фигурното пързаляне да се анализира от две гледни точки: от гледна точка на височината и дължината на скока, способността да се използва скоростта, получена по време на засилването, склонността към свободни махови движения при оттласкването и от способността към въртене във въздуха. Трябва да се има предвид, че способността за въртене около надлъжната ос на тялото по време на полета е от изключителна важност (Мишин, А.Н., 1973 г.). Способността за рязко групиране, постигане на висока скорост на въртене е основа за многооборотните скокове.

Способността на фигуриста да се ориентира в пространството и времето, бързо и точно да изпълнява най-сложни движения при условия на малка и нестабилна опора се постига чрез усъвършенстване на анализаторите, участващи в равновесните реакции. Към тях, освен вестибуларният, се отнасят зрителният и двигателният анализатори. Достатъчно ниво на развитие на равновесието (равновесието е способност на човека да държи тялото или определени сегменти на тялото в определено положение в резултат на сложната съвместна дейност на редица органи и системи, насочени към борба със силите на гравитация) позволява по-бързо да се овладее сложната техника на различни физически упражнения, на по-високо техническо ниво (Бондаревский, Е.Я., 1976).

Органът на равновесието, както е известно, е вестибуларният апарат, който осигурява запазването на положението на тялото и неговата ориентация в пространството. Той е периферно рецептор-

но устройство, което е част от вестибуларния анализатор. Н. П. Симановский (1914) смята, че вестибуларният апарат „управлява“ положението и движението на тялото в пространството и мускулния тонус. В. И. Воячек (1915) посочва, че „при всички случаи на нормално действие на вестибуларния апарат“, праволинейното (когато тялото се движи по права линия) и ъгловото ускорение (когато се върти) играят важна роля. М. Ф. Цытович (1922) вижда значението на вестибуларния апарат за регулиране на баланса на цялото тяло и на неговите отделни части, наричайки го „периферния център на равновесието“. Чувствителността на вестибуларния апарат при здрави хора е различна и зависи от силата на стимула, степента на възбудимост на вестибуларния апарат и неговата устойчивост към дразнене (Федорова, Г.С., 1973). Вестибуларният апарат достига нивото на развитие на възрастни при момчетата на възраст 11–12 години, а при момичета с 1–2 години по-рано (Грошенков, С.С. и съавтори, 1966). Прагът на нивото на чувствителност на вестибуларния анализатор зависи главно от наследствеността (Шварц, В.В., 1977; Сингер, Р.Н., 1980).

Вестибуларният апарат получава голямо натоварване по време на изпълнението на многооборотните скокове, пируети и т.н. (Хисматуллина, Л.Я., 1972; Ерфилова, Н.Г., 1980).

1.5. Спортна тренировка в системата на подготовката на фигуристите

Съдържанието на спортната тренировка на фигуриста, като многостранен процес, може да бъде представено в различни аспекти. По този начин, разглеждайки отделните аспекти от гледна точка на тяхното преобладаващо влияние върху едни или други компоненти на готовността на фигуристите към състезания, се различават: физическа подготовка (частта от съдържанието на обучението, което обезпечава главно физическа готовност на фигуристите към състезания), спортно-техническа и тактическа подготовка (частите, свързани главно с усвояването на техниката и тактиката), и аспекти, които осигуряват необходимите мотивационни, етични, интелектуални и специални психически основи на дейността на

фигуристите. При определянето на тези аспекти от подготовката на спортиста се използват различни понятия: морално-волева, интелектуална и психологическа подготовка.

Овладеяването на техниката на сложно-координационните движения, характерни за фигурното пързаляне, успешното изпълнение на тези движения в състезателни условията, преодоляването на високи тренировъчни натоварвания, необходими за усъвършенстване на уменията, изисква достатъчно ниво на развитие на физическите способности на фигуристите.

Основата на съдържанието на спортната тренировка на фигуристите е физическата подготовка. Това е процес на възпитаване на физическите способности, необходими в спортната дейност.

Значителен напредък във фигурното пързаляне е възможен на базата на общото увеличение на функционалните възможности на организма, на цялостното развитие на физическите и умствените способности на фигуристите.

Многогодишната подготовка на състезатели по фигурно пързаляне включва следните етапи: спортно-оздравителен етап (4–15), етапът на началната подготовка (4–7), учебно-тренировъчния етап (спортна специализация) (8–10), етап на спортно усъвършенстване (11–13) и етап на високо спортно майсторство (14 +).

1.6. Работна хипотеза

Въз основа на проведеното проучване на литературните източници и нашия практически опит, установихме съществени различия в мненията на редица автори по отношение на обема и вариативността на тренировъчните средства при фигуристите. Съществува тенденция за приоритетно развитие на взривната сила. Недооценена е ролята на координационните възможности и устойчивостта на вестибуларния апарат. Предполага се, **че приложената специфична тренировъчна методика от упражнения със скоростно-силов характер и за равновесна устойчивост при млади фигуристски, ще подобри качеството на изпълнение на скоковите елементи, които имат най-голяма тежест за крайния резултат на състезания.**

Глава 2. ЦЕЛ, ЗАДАЧИ И МЕТОДИКА НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

2.1. Цел на изследването

Целта на нашето изследване е да се повиши ефективността на процеса на подготовка на младите фигуристски чрез специфична тренировъчна методика, насочена към развиване на скоростно-силовите способности и на равновесната устойчивост.

2.2. Задачи на изследването

За реализиране на основната цел поставихме за решаване следните задачи:

1. Да се проучат особеностите на двигателната дейност при фигурното пързаляне.
2. Да се определи връзката между елементите на програмите и крайния резултат от техническата подготовка на фигуристките.
3. Да се изведе зависимост между антропометричните показатели и тези за отскокливост.
4. Да се разработи експериментална методика за развиване на скоростно-силовите характеристики върху основата на оптимизиране съотношението между обемните параметри на работа за обща и взривна сила, в рамките на подготвителния период от годишния учебно-тренировъчен процес.
5. Да се установи ефективността на предлаганата методика и да се апробират резултатите от изследването в спортната практика.
6. Да се изведе факторната структура на скоростно-силовата подготовка, на антропометричните показатели и на равновесната устойчивост на подрастващи фигуристски.

2.3. Предмет, обект и контингент на изследването

Предмет на изследването е диалектическата връзка между параметрите на скоростно-силовата подготвеност и равновесната устойчивост със скоковите елементи на млади фигуристски.

Обектът на изследването е структурата на скоростно-силовата подготвеност и равновесната устойчивост на подрастващи фигуристски.

Контингент на изследването. В изследването бяха включени общо 51 състезателки по фигурно пързаляне на възраст от 11 до 13 години категория индивидуално от различни спортни клубове по фигурно пързаляне в Република България. От извадката отпаднаха 13 състезателки, които по различни причини не са участвали активно в трите спортносъстезателни години.

2.4. Методи на изследването

За решаване на поставените задачи бяха използвани следните изследователски методи:

1. Систематизиране, обработване и анализ на данните от научнометодична литература по изследваните проблеми.
2. Педагогическо наблюдение.
3. Спортнопедагогическо тестиране. В тестовата батерия бяха включени 15 вида измервания (**табл. 1**)
 - Антропометрични измервания – 8 показателя.
 - Апаратурни методики – 7 теста.
4. Спортнопедагогически експеримент.
5. Математико-статистически методи на изследване:

Вариационен анализ

 - Корелационен анализ
 - Сравнителен анализ с t-критерий на Стюдънт
 - Факторен анализ

Таблица 1. Тестова батерия

№	Наименование	Мерни единици	Точност на измерване
Измерване на антропометрични признаци			
1	Ръст – прав	[cm]	0,1
2	Телесно тегло	[kg]	0,1
3	Гръдна обиколка	[cm]	0,1
4, 5	Дължина на десен и ляв долен крайник	[cm]	0,1
6, 7	Ширина на раменете, таза	[cm]	0,5
8	Дължина на дясното ходило	[cm]	0,5
Измерване на физиометрични показатели			
9	Вертикален отскок от приклепнало положение	[cm, kN, kW, m/s]	0,01
10	Вертикален отскок от два крака без помощта на ръцете	[cm, kN, kW, m/s]	0,01
11	Вертикален отскок от два крака с помощта на ръцете	[cm, kN, kW, m/s]	0,01
12	Вертикален отскок след стъпване в дълбочина от 30 cm височина	[cm, kN, kW, m/s]	0,01
13	20 вертикални отскока	[cm, kN, kW, m/s]	0,01
Измерване на биомеханични динамометрични характеристики			
14	Поза Ромберг	[cm, Hz]	0,01
15	Поза на приземяване	[cm, Hz]	0,01

2.5. Организация на изследването

За решаването на поставените задачи бяха организирани и проведени изследвания в период от 2015 до 2018 г. в Центъра за научна и приложна дейност в спорта, в катедрата по „Анатомия и биомеханика“ на Националната спортна академия „Васил Левски“ и в Зимен Дворец на спорта.

Изследването премина през следните етапи:

- *Етап 1* – юни 2015 г. до октомври 2015 г. – проучване, систематизиране и анализ на данните от методичната литература по проблемите на техниката на скоковите елементи във фигурното пързаляне и физическите качества на фигуристите. Запознаване с апаратурата и техниката, необходими за провеждане на изследването. Формулиране на работната хипотеза и на целта на изследването. Определяне на задачите, методите и тестовоковата ефективност.
- *Етап 3* – октомври 2017 до декември 2018 г. – математико-статистическа обработка, анализ и обобщение на данните от изследванията. Окончателно оформяне на дисертационния труд.

Глава 3. АНАЛИЗ НА РЕЗУЛТАТИТЕ ОТ ПРОВЕДЕНОТО ИЗСЛЕДВАНЕ

3.1. Тенденции на влиянието на техническите елементи върху класирането

Изпълнението без грешки на многооборотните скокове и комбинации от тях е основният критерий за техническите умения на фигуристите. Организирахме педагогическо наблюдение върху 95 кратки и волни програми на фигуристките, класирали се от 1-во до 24-то място на световни първенства по фигурно пързаляне за юноши и девойки – 2006 и 2016 г. Направихме видео анализ на всички елементи в състезателните програми, които бяха регистрирани в таблици, с отразени грешки при изпълнението им. От официалните съдийски протоколи записахме общата оценка за всички изпълнени елементи, както и стойностите на съдийските оценки за изпълнение на всеки отделен елемент (общо 901 елемента). Изчислихме сумарните стойности на елементите по групи: скокови елементи, пируети и поредица от стъпки. Проведохме предварително изследване за определяне на елементите с най-голяма тежест върху крайния резултат в състезания за девойки. На **табл. 3 и 4** е представен вариационният анализ на сумарните стойности на елементите по групи при изследваните от нас кратки и волни програми.

От направеното предварително изследване стигнахме до заключение, че най-голямо влияние върху крайния резултат оказват скоковите елементи, които на първо място са повече на брой от другите елементи – в кратките програми – три, а във волните – седем. На второ място – количествените стойности на скоковите елементи, които трябва да изпълняват фигуристките в съвременните програми, са по-високи от другите елементи. Координационната сложност на скоковете и качеството на изпълнението им нараства. Намалява значението на пируетите върху крайния резултат в състезанията на фигуристките, както в кратките, така и във волните про-

грами. При поредиците от стъпки също се наблюдава увеличаване на влиянието върху крайния резултат.

Таблица 3. Вариационен анализ – кратки програми на девойки на Световни първенства по фигурно пързаляне: 2006 г. (1) и 2016 г. (2)

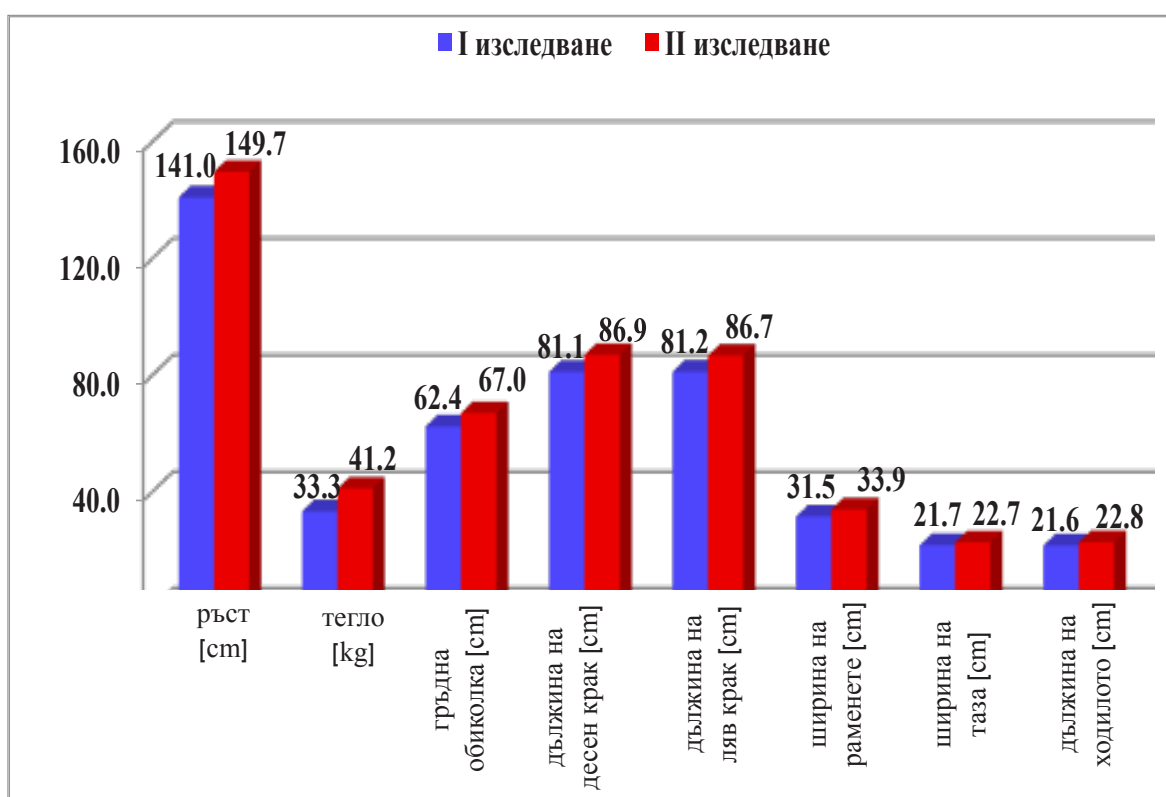
Показател	X_{\min}	X_{\max}	R	\bar{X}	$SE_{\bar{x}}$	S	V	As	Ex
Обща стойност на скокови елементи (1)	6,63	19,81	13,18	11,35	0,63	3,10	27,34	0,88	1,24
Обща стойност на скокови елементи (2)	8,52	21,89	13,37	15,20	0,75	3,67	24,18	0,06	-0,40
Обща стойност на пируети (1)	5,11	9,83	4,72	7,47	0,27	1,30	17,43	0,23	-0,44
Обща стойност на пируети (2)	8,91	11,63	2,72	10,26	0,18	0,88	8,58	0,15	-1,47
Обща стойност на стъпки (1)	1,71	3,24	1,53	2,32	0,07	0,35	15,28	0,23	0,97
Обща стойност на стъпки (2)	2,67	5,20	2,53	3,98	0,17	0,82	20,60	0,09	-1,28

Таблица 4. Вариационен анализ – волни програми на девойки на Световни първенства по фигурно пързаляне за юноши и девойки: 2006 г. (1) и 2016 г. (2)

Показател	X_{\min}	X_{\max}	R	\bar{X}	$SE_{\bar{x}}$	S	V	As	Ex
Обща стойност на скокови елементи (1)	11,22	48,40	37,18	25,07	1,66	8,12	32,39	0,77	1,72
Обща стойност на скокови елементи (2)	20,85	53,61	32,76	35,54	2,18	10,43	29,35	0,36	-1,07
Обща стойност на пируети (1)	5,17	10,40	5,23	7,37	0,26	1,29	17,50	0,73	1,02
Обща стойност на пируети (2)	6,91	12,05	5,14	9,73	0,29	1,38	14,18	-0,40	-0,23
Обща стойност на стъпки (1)	1,76	3,17	1,41	2,20	0,08	0,41	18,64	0,89	0,50
Обща стойност на стъпки (2)	1,80	5,00	3,20	3,27	0,17	0,82	25,08	-0,08	-0,23

3.2. Вариационен анализ на антропометричните показатели на фигуристките

Всички антропометрични данни от първото и второто изследване са показани на **фиг. 9**, където ясно се вижда увеличаване на всички показатели, което е нормално при подрастващи девойки. Висок е прирастът при ръста и дължината на долните крайници, а най-нисък – при ширината на таза.



Фиг. 9. Динамика на антропометричните показатели

При вариационните анализи на антропометричните показатели (табл. 7 и 8) са установени ниски стойности на коефициентите на вариация – под 24%, показател за нормално разпределение на данните от извадката. Това ни дава основание да направим сравнителен анализ чрез t-критерия на Стюдънт за зависими извадки.

Емпиричната стойност на t-критерия на Стюдънт надвишава таблично установените критични нива (табл. 9). Допълнително

обстоятелство е фактът, че гаранционната вероятност P_t [%] надвишава критичната (95%) стойност.

Таблица 7

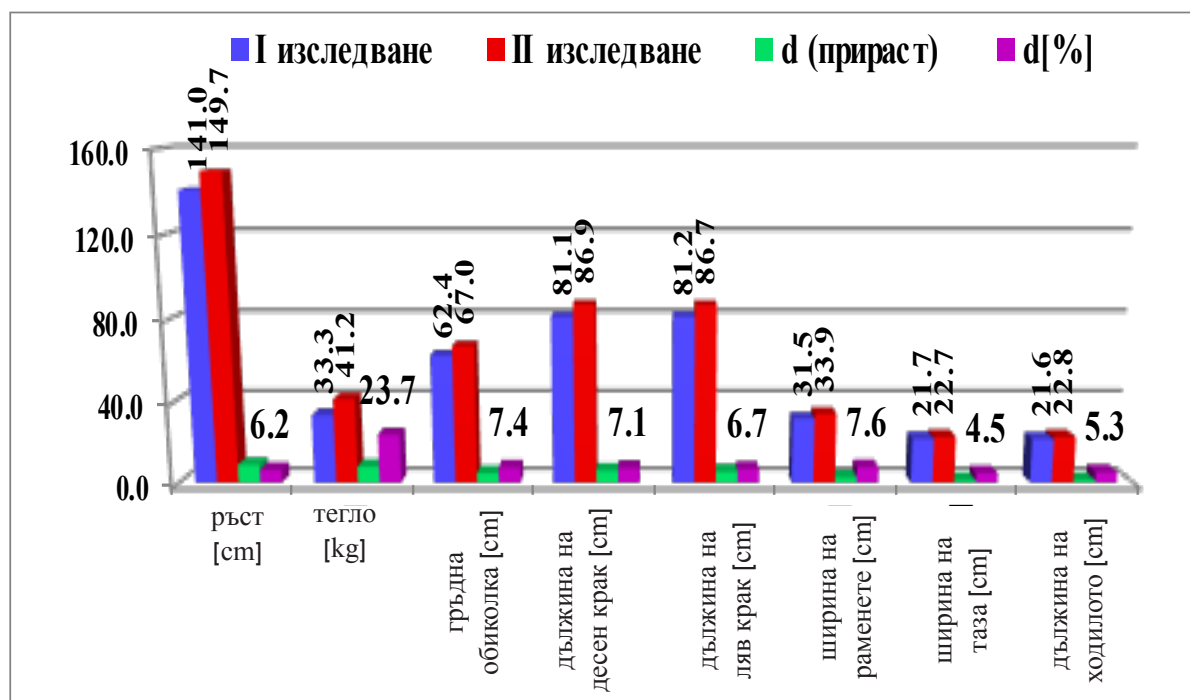
Показатели 1-во измерване	Ръст	Тегло	Гръдна обиколка [cm]	Дължина на десен крак [cm]	Дължина на ляв крак [cm]	Ширина на раменете [cm]	Ширина на таза [cm]	Дължина на ходилото [cm]
\bar{X}	141,0	33,3	62,4	81,1	81,2	31,5	21,7	21,6
S	10,0	8,0	5,0	6,7	6,7	2,8	2,2	1,6
Var	7%	24%	8%	8%	8%	9%	10%	8%
As	-0,1	0,7	0,4	0,2	0,2	-0,1	0,3	0,3
Ex	-0,7	0,3	-0,3	-0,1	-0,1	-0,6	0,1	-0,2
Max	158,4	54,6	73,5	95,6	95,8	36,5	26,5	25,5
Min	121,2	20,4	53,0	67,5	68,2	26,0	17,0	18,5
Range	37,2	34,2	20,5	28,1	27,6	10,5	9,5	7,0

Таблица 8

Показатели 2-ро измер.	Ръст	Тегло	Гръдна обиколка [cm]	Дължина на десен кр. [cm]	Дължина на ляв крак [cm]	Ширина на раменете [cm]	Ширина на таза [cm]	Дължина на ходилото [cm]
\bar{X}	149,7	41,2	67,0	86,9	86,7	33,9	22,7	22,8
S	9,4	9,4	5,3	5,6	5,3	2,8	2,2	1,3
Var	6%	23%	8%	6%	6%	8%	10%	6%
As	-0,5	0,4	0,2	-0,2	-0,1	-0,2	-0,1	-0,2
Ex	-0,6	-0,2	0,2	-0,6	-0,4	-0,6	0,3	-0,6
Max	163,4	64,0	81,0	97,2	97,2	39,0	28,0	25,5
Min	130,0	25,4	58,0	76,0	76,5	28,0	18,0	20,0
Range	33,4	38,6	23,0	21,2	20,7	11,0	10,0	5,5

Таблица 9

Показатели	I изследване	II изследване	d (прираст)	d[%]	t	P _t [%]
Ръст [cm]	141,0	149,7	8,8	6,2	-16,5	100,00
Тегло [kg]	33,3	41,2	7,9	23,7	-13,6	100,00
Гръдна обиколка [cm]	62,4	67,0	4,6	7,4	-12,1	100,00
Дължина на десенкрак [cm]	81,1	86,9	5,8	7,1	-11,8	100,00
Дължина на ляв крак [cm]	81,2	86,7	5,5	6,7	-11,4	100,00
Ширина на раменете [cm]	31,5	33,9	2,4	7,6	-11,0	100,00
Ширина на таза [cm]	21,7	22,7	1,0	4,5	-4,2	99,98
Дължина на ходилото [cm]	21,6	22,8	1,1	5,3	-10,0	100,00



Фиг. 10. Прираст на антропометричните показатели

Така с увереност може да отхвърлим нулевата хипотеза и да приемем алтернативната за наличие на значим прираст в данните

от изследваната извадка, отнасяща се за прираста в антропометричните показатели (фиг. 10).

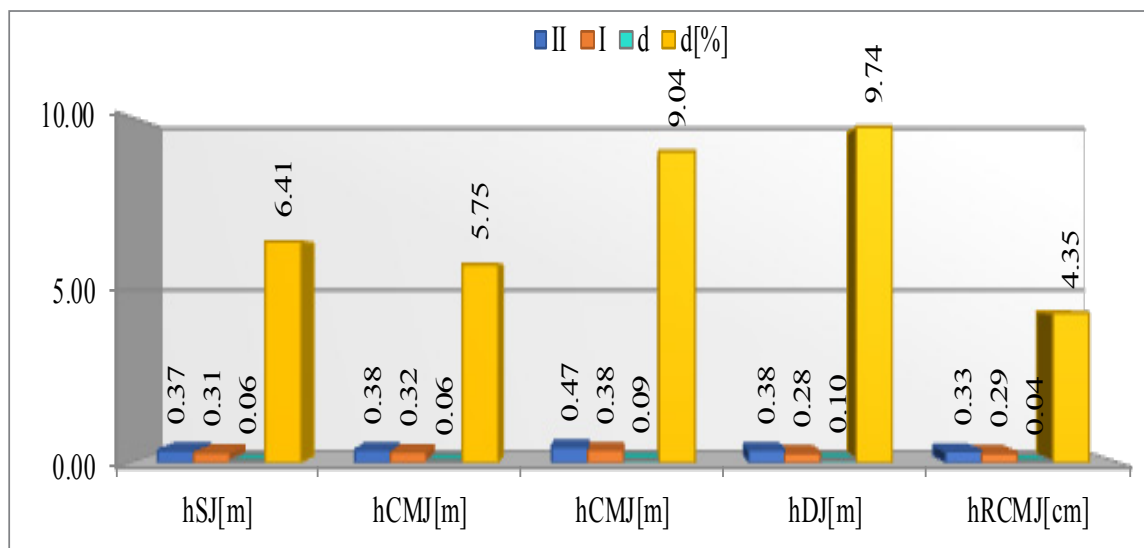
3.3. Вариационен анализ на показателите при скоковете

Скоковете във фигурното пързаляне са неотменна част от двигателната дейност. Едно от условията за тяхното добро изпълнение са голяма височина и дължина. Критерии за това са показателите на скоростно-силовите качества, а също така и за координационните способности и устойчивост на вестибуларния апарат. При проучването на диференциалното развитие на скоростно-силовите способности по отношение на отскокливост е установено, че при момичетата и девойките най-висок процент на развитие се наблюдава във възрастта между 10 и 14 години (Волков, Л.В., 1981; Гончаров, Н.Н., 1952; Гродзицка, А., 1983 и др.). Редица проучвания показват, че въпреки отскокливостта в известна степен да е вродена способност на човека, чрез прилагане на ефективни упражнения може значително да се повиши нивото на скоростно-силовата подготвеност на спортистите (Верхошанский, Ю.В., 2013). В биомеханичен аспект скоковете представляват движение нагоре на тяло спрямо опорната площ с помощта на долните крайници, последвано от летеж с ротация и приземяване. Според биомеханиката това движение се реализира чрез формулата: $h_{max} = V_{max} \cdot t_{отл.}$, където h_{max} е височината на отскока, V_{max} е максималната скорост при отделяне от опората, а $t_{отл.}$ е времето, през което се извършва отскока чрез долните крайници при концентричното действие на разгъвачите на краката, а също и според закона за импулса на силата

$$F_{max} \cdot t_{отл.} = m \cdot V_{max}; t_{отл.} = \frac{m \cdot V_{max}}{F_{max}}$$

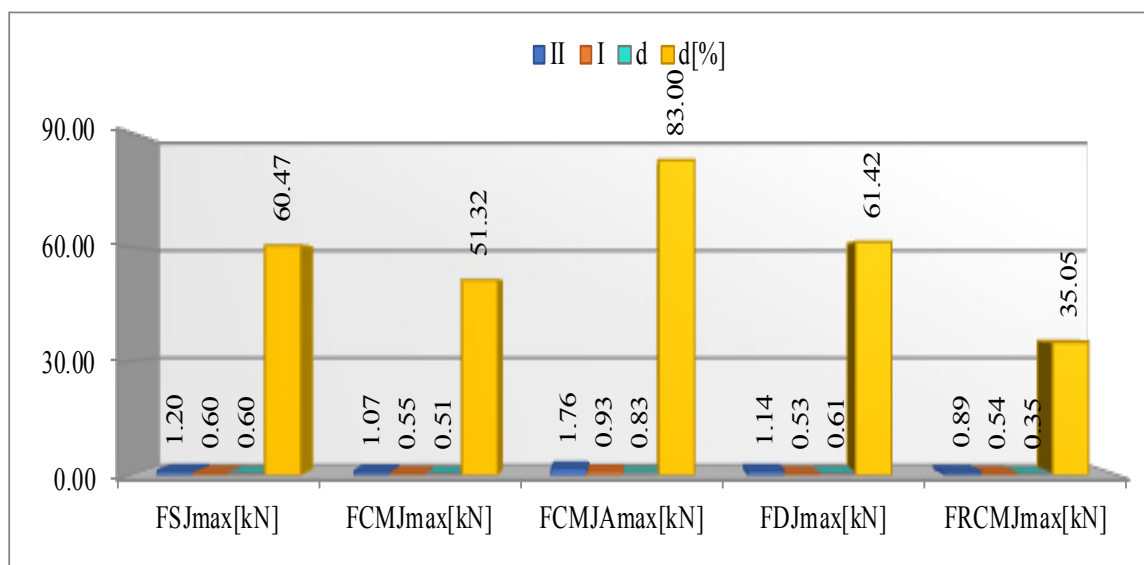
При вариационния анализ вземаме предвид височината на отскока h , максималната сила F_{max} при реализираната двигателна дейност, максималната скорост V_{max} , времето за оттласкване $t_{отл.}$ и максималното ускорение α_{max} .

Анализът на показателите на тестираните с апаратурата G-sensor 5 вида скока показва в експерименталната група най-висок прираст при дроп джъмп – на височината на отскока – 9,74% (фиг. 11), максималната скорост – 71,05%.



Фиг. 11. Височина на отскок h [m]

Прирастът в максималната сила е по-голям при отскок с помощта на ръцете FCMJA = 83% (фиг. 12).

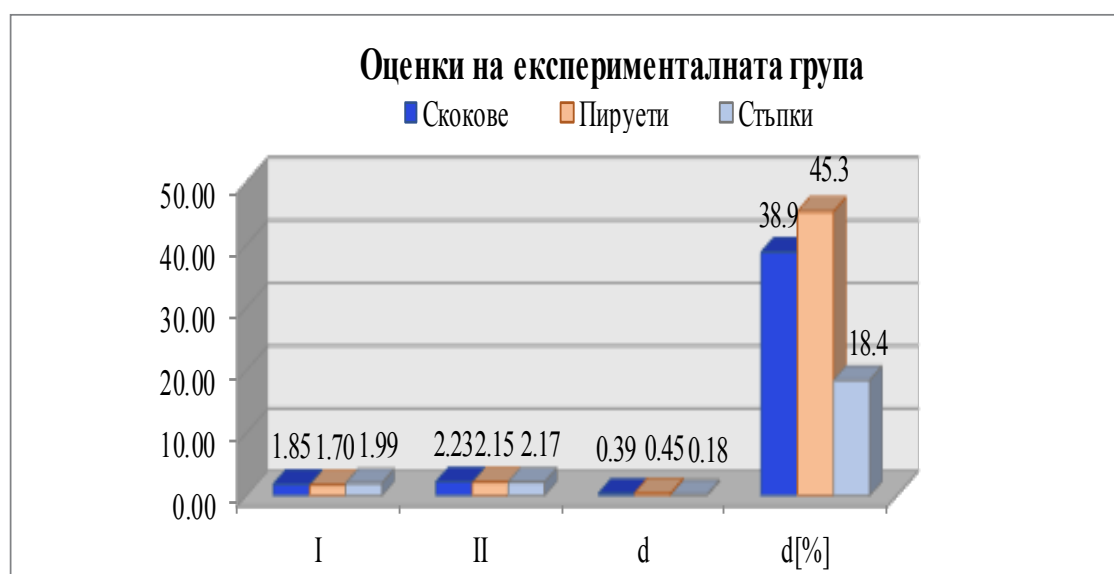


Фиг. 12. Максимална сила

В контролната група резултатите са идентични – най-висок е прирастът при дроп джъмп: височина на отскока – 6,63%, макси-

мална скорост – 68,95%, максимална сила на отскок с помощта на ръцете е 72,79%.

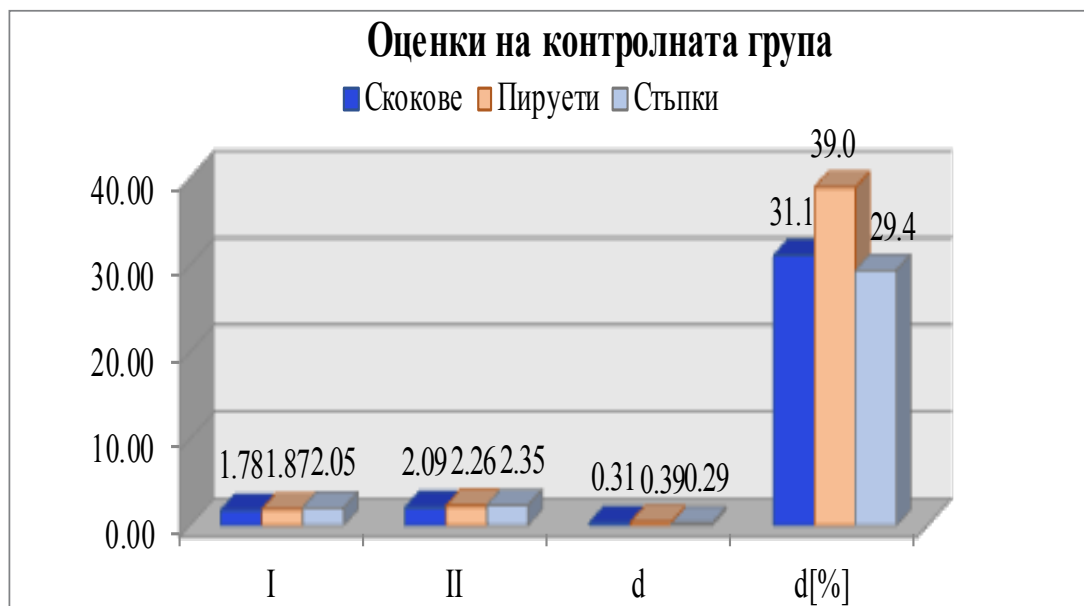
За да проверим ефективността от приложената методика в спортната практика използвахме и метода на експертните оценки. Анализът на оценките на фигуристките от експерименталната и контролната групи за времеви период на наблюдението им от съдийските протоколи на Държавните първенства установи следното: по-висок прираст при скоковите елементи в експерименталната група – 38,9% в сравнение с контролната – 31,1% и при пируетите – 45,3% в експерименталната група и 39,0% в контролната (фиг. 24 и 25). Това удостоверява ефективността от приложената методика в спортната практика.



Фиг. 24

На табл. 19 е направено сравнение по t-критерия на Стюдънт между експерименталната и контролната групи в края на периода на изследване. По метода за независимите извадки са определени значими разлики, отнасящи се за показателя скокове, за който гаранционната вероятност надвишава граничната величина 95%. Показателят стъпки е с гаранционна вероятност от 86,3%, която доближава 95%, но е под граничната стойност. Липсата на значима разлика за показателя пируети означава, че техническото им из-

пълнение е добре заучено и на еднакво ниво както при експерименталната, така и при контролната група участници.



Фиг. 25

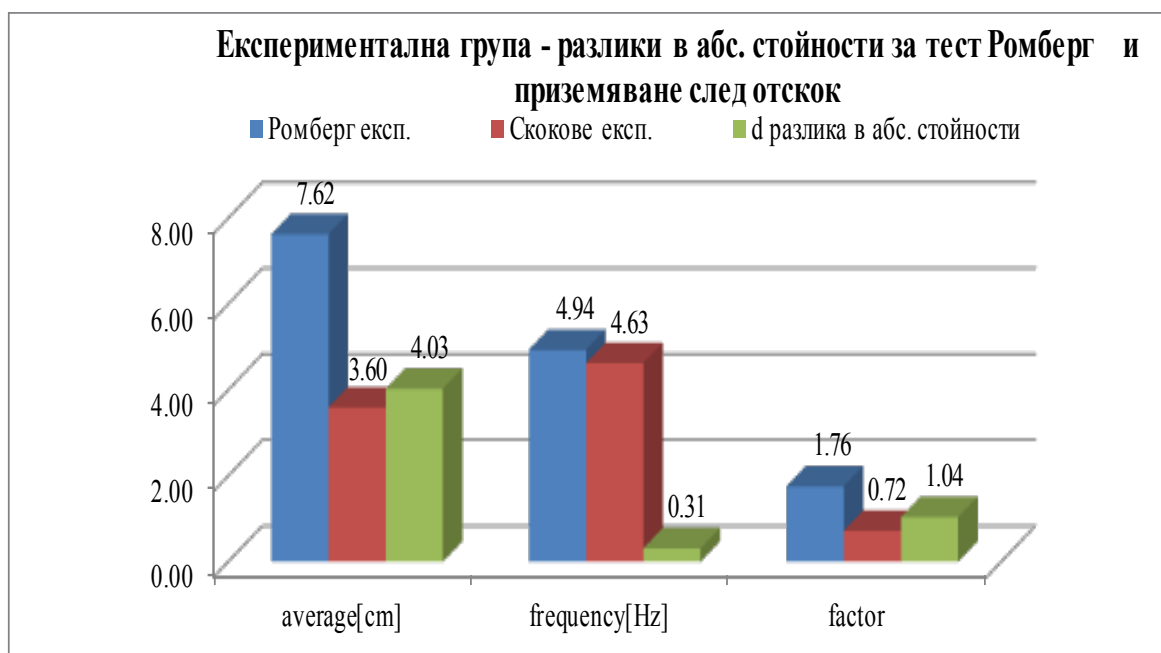
Таблица 19

Показатели	Експериментална група оценки	Контролна група оценки	d	d[%]	t	Pt [%]
Скокове	2,23	2,09	0,15	14,8	,41	95,2
Пируети	2,15	2,26	-0,11	-11,0	-,37	19,3
Стъпки	2,17	2,35	-0,18	-17,5	-,64	86,3

3.4. Показатели за равновесна устойчивост

Способността на фигуриста да се ориентира в пространството и времето, за бързо и точно изпълнение на най-сложните движения при условия на малка и нестабилна опора, се постига чрез усъвършенстване на анализаторите, участващи в равновесни реакции. Добро ниво на развитие на равновесието позволява по-бързо овладяване на сложна техника на различни физически упражнения и на по-високо техническо ниво.

Изследването на равновесната устойчивост на фигуристките е реализирано чрез тестиране в поза Ромберг и тестиране при приземяване след отскок на височина. При теста на Ромберг изследваното лице повдига стъпалото до коляното, без да го опира в него, и изпълнява равновесие на един от краиците си за определеното тестово време, но не по-кратко от 30 сек в статичен режим. При приземяване след отскока изследваното лице се стреми възможно най-бързо да постигне до минимални равновесни колебания, което е активен процес за мускулите в стремежа за овладяването на равновесието при извършването на теста, а също и да установи наличие на низходящ тренд в амплитудата на равновесните колебания.



Фиг. 33

Голямо натоварване върху вестибуларния апарат се получава при извършване на многооборотни скокове, пируети и т.н. Изпълнението на многократни ротации по време на скокове, последвано с меко приземяване върху един крак в плъзгане, изисква прецизност на движението във времето и в пространството. Интересен факт е обстоятелството, че при теста Ромберг се получават по-високи средни стойности (average = 7,62 cm), за разлика от теста

приземяване след отскок, при който се получава $\text{average} = 3,60 \text{ cm}$ (фиг. 33). Динамичното задържане на равновесие след отскока е по-ефективно от статичното равновесие в поза Ромберг, което се обяснява от спецификата на спорта фигурно пързаяне.

3.5. Корелационен анализ на антропометричните и биомеханичните показатели

Корелационният анализ на показателите от изследваната извадка включва анализ чрез множествената корелация на Пирсън. Показателите могат да се разпределят на две групи. Едната от тях групира резултатите от антропометричните тестове, а втората образува биомеханичните показатели, съставени от кинематични, динамични и равновесни показатели. Вътрешногруповите корелационни коефициенти за антропометричните показатели са значими по характер – например ръст/тегло (0,876), ръст/гърдна обиколка (0,830), ръст/дължина на десен крак (0,966), ръст/дължина на ляв крак (0,971), ръст/ширина на раменете (0,918), ръст/ширина на таза (0,682), ръст/дължина на ходилото (0,899). По аналогичен начин са представени значимите корелационни коефициенти на телесното тегло спрямо гърдната обиколка (0,955), десен крак (0,811), ляв крак (0,839), дължина на ходилото (0,798). Вътрешногрупови корелационни връзки са налице и при биомеханичните характеристики от кинематичен и динамичен тип – височина на отскока/максимална сила hSJ/FSJ_{\max} (0,556), височина на отскока/максимална скорост hSJ/VSJ_{\max} (0,674), височина на отскока/време hSJ/tSJ (0,500). Цитираните до момента корелационни коефициенти са положителни и по характер изразяват пропорционалната зависимост между представените в изследването показатели. Това обстоятелство означава, че при нарастване на единия от тях, ще се увеличава и другият.

Разработените корелационни модели се отнасят за изследване на зависимости между антропометричните и биомеханичните ха-

рактеристики, като отделните модели са изградени преди всичко върху корелационния анализ на антропометричните спрямо промяната в биомеханичните характеристики, свързана с различните отскоци и получените съответно различни стойности на коефициентите на корелация.

При отскока със замахване на горните крайници СМЈА (**табл. 25**), освен очакваните зависимости от вътрешно групов характер, възникват и такива значими междугрупови зависимости от кинематичен вид ръст/височина на отскок $h_{CMJAmax}$ (0,687), ръст/сила на отгласкване FC_{MJAmx} (0,621), ръст/скорост на отскок V_{CMJA} (0,545). По-подобен начин телесното тегло се отнася спрямо показателите височина h_{CMJA} , сила FC_{MJJA} , скорост V_{CMJA} , време t_{CMJA} , надвишаващи критичното теоретично определено ниво. За цитираните показатели с увереност може да приемем, че е отхвърлена нулевата хипотеза и е налице алтернативната за значимост на показателите от изследваната извадка. Интерес представляват взаимовръзките между кинематичните показатели ускорение a_{CMJA} спрямо factor Romberg (0,559) и factor Romberg спрямо скорост V_{CMJA} (0,557) и сила FC_{MJJA} (0,600).

Корелационен анализ на антропометрични и биомеханични показатели (**табл. 26**) установи значими вътрешногрупови зависимости при антропометричните и биомеханичните характеристики от кинематичен и динамичен тип, като ръст/дължина на десен крак – 0,966; ръст/дължина на ляв крак – 0,971; ръст/ширина на раменете – 0,918. При биомеханичните характеристики от кинематичен и динамичен тип по-значими са време за отгласкване/максимална сила – 0,967; максимална скорост/максимална сила – 0,745; ускорение/скорост на отскока – 0,964 при отскок от тип дроп джъмп.

На **табл. 28** са показани значимите корелационни коефициенти, свързани с промените, възникващи заради анализирането на антропометричните характеристики съвместно с различните модели на двигателната структура, определящи различни стойности на параметрите на биомеханичните характеристики. Означените за-

Таблица 25. Корелационни коефициенти за отскок от тип СМЈА на експерименталната група

ръст	ръст	СМJA																	
тегло	.876	тегло																	
гръдна об.(см)	.830	.955	гръдна об.(см)																
дълж. на д.кр.(см)	.966	.811	.734	дълж. на д.кр.(см)															
дълж. на л.кр.(см)	.971	.839	.768	.989	дълж. на л.кр.(см)														
шир. на рам.(см)	.918	.869	.866	.849	.843	шир. на рам.(см)													
шир. на таза (см)	.682	.732	.674	.691	.696	.653	шир. на таза (см)												
дълж. на ход.(см)	.899	.798	.762	.886	.853	.803	.527	дълж. на ход.(см)											
hСМJA[m]	.687	.727	.686	.681	.657	.695	.623	.793	hSJ[m]										
FCMJAMax[kN]	.621	.748	.635	.636	.651	.576	.561	.631	.793	FSJmax[kN]									
VCMJAMax[m/s]	.545	.547	.477	.619	.610	.466	.487	.616	.832	.886	VSJmax[m/s]								
tCMJAotl[s]	.392	.507	.535	.257	.241	.552	.390	.435	.467	.085	-.086	tSJotl[s]							
aСМJA[m/s2]	.304	.279	.197	.427	.430	.173	.291	.326	.506	.756	.898	-.504	aSJ[m/s2]						
average[cm] Ромберг	.377	.499	.508	.398	.431	.470	.261	.297	.348	.581	.547	-.123	.559	average[cm]					
frequency[Hz]Ромберг	.386	.237	.377	.261	.265	.400	.375	.251	.020	-.132	-.180	.298	-.281	-.137	frequency[Hz]				
factor Ромберг	.288	.458	.436	.319	.355	.371	.189	.241	.344	.600	.557	-.145	.576	.973	-.341	factor			
average[cm]отскок	.496	.449	.393	.446	.443	.484	.242	.460	.361	.314	.281	.161	.160	.415	.144	.372	average[cm]		
frequency[Hz]отскок	-.410	-.142	-.069	-.435	-.389	-.268	-.083	-.443	-.146	-.071	-.181	.077	-.158	-.089	-.001	-.102	-.414	frequency[Hz]	
factor отскок	.388	.138	.057	.436	.378	.266	.074	.460	.168	.023	.158	-.012	.110	.142	-.024	.141	.597	-.924	factor

Забележка. Означените затъмнени правоъгълници допълнени с една или две звездички обозначават наличието на значими зависимости.

Таблица 26. Корелационни коефициенти за отскок тип DJ на експерименталната група

ръст	ръст	DJ																	
тегло	.876	тегло																	
гръдна об.(см)	.830	.955	гръдна об.(см)																
дълж. на д.кр.(см)	.966	.811	.734	дълж. на д.кр.(см)															
дълж. на л.кр.(см)	.971	.839	.768	.989	дълж. на л.кр.(см)														
шир. на рам.(см)	.918	.869	.866	.849	.843	шир. на рам.(см)													
шир. на таза (см)	.682	.732	.674	.691	.696	.653	шир. на таза (см)												
дълж. на ход.(см)	.899	.798	.762	.886	.853	.803	.527	дълж. на ход.(см)											
hDJ[m]	.622	.704	.676	.607	.589	.632	.557	.702	hSJ[m]										
FDJmax[kN]	.597	.618	.577	.607	.606	.616	.498	.585	.758	FSJmax[kN]									
VDJmax[m/s]	.676	.616	.617	.675	.645	.588	.453	.726	.527	.348	VSJmax[m/s]								
tDJotl[s]	-.350	-.268	-.280	-.331	-.320	-.243	-.093	-.356	.092	.199	-.779	tSJotl[s]							
aDJ[m/s2]	.568	.460	.471	.591	.555	.465	.378	.597	.324	.225	.964	-.851	aSJ[m/s2]						
average[cm] Ромберг	.377	.499	.508	.398	.431	.470	.261	.297	.285	.594	.223	-.022	.201	average[cm]					
frequency[Hz]Ромберг	.386	.237	.377	.261	.265	.400	.375	.251	-.080	-.051	.424	-.512	.490	-.137	frequency[Hz]				
factor Ромберг	.288	.458	.436	.319	.355	.371	.189	.241	.323	.589	.111	.116	.061	.973	-.341	factor			
average[cm]отскок	.496	.449	.393	.446	.443	.484	.242	.460	.193	.242	.336	-.275	.327	.415	.144	.372	average[cm]		
frequency[Hz]отскок	-.410	-.142	-.069	-.435	-.389	-.268	-.083	-.443	-.172	-.087	-.166	.072	-.147	-.089	-.001	-.102	-.414	frequency[H	
factor отскок	.388	.138	.057	.436	.378	.266	.074	.460	.096	-.009	.206	-.166	.218	.142	-.024	.141	.597	-.924	factor

Таблица 28

	ръст	тегло	гръдна об.[cm]	дълж. на д.кр.[cm]	дълж. на л.кр.[cm]	шир. на рам.[cm]	шир. на таза[cm]	дълж. на ход[cm]	hSJ[m]	FSJmax[kN]	VSJmax[m/s]	tSJot[s]
hSJ[m]	,600	,510	,528	,556	,536	,581	,248	,710				
FSJmax[kN]	,682	,731	,655	,647	,623	,735	,490	,732	,556			
VSJmax[m/s]	,525	,359	,376	,526	,481	,545	,303	,607	,674	,745		
tSJot[s]	,727	,781	,732	,688	,683	,779	,543	,728	,500	,967	,710	
aSJ[m/s2]	-,701	-,689	-,649	-,652	-,622	-,792	-,573	-,688	-,602	-,903	-,739	
hCMJ[m]	,547	,629	,587	,500	,476	,537	,314	,741	hCMJ[m]			
FCMJmax[kN]	,683	,696	,692	,567	,569	,736	,364	,676	,639	FCMJmax[kN]		
VCMJmax[m/s]	,543	,498	,510	,517	,476	,556	,316	,711	,776	,831	VCMJmax[m/s]	
tCMJot[s]	,230	,445	,406	,135	,157	,221	,062	,341	,712	,162	,151	
aSCMJ[m/s2]	,239	,097	,158	,253	,214	,279	,150	,297	,107	,607	,706	
hCMJA[m]	,687	,727	,686	,681	,657	,695	,623	,793	hCMJA[m]			
FCMJmax[kN]	,621	,748	,635	,636	,651	,576	,561	,631	,793	FCMJmax[kN]		
VCMJmax[m/s]	,545	,547	,477	,619	,610	,466	,487	,616	,832	,886	VCMJmax[m/s]	
tCMJAot[s]	,392	,507	,535	,257	,241	,552	,390	,435	,467	,085	-,086	
aSCMJA[m/s2]	,304	,279	,197	,427	,430	,173	,291	,326	,506	,756	,898	
hDJ[m]	,622	,704	,676	,607	,589	,632	,557	,702	hDJ[m]			
FDJmax[kN]	,597	,618	,577	,607	,606	,616	,498	,585	,758	FDJmax[kN]		
VDJmax[m/s]	,676	,616	,617	,675	,645	,588	,453	,726	,527	,348	VDJmax[m/s]	
tDJot[s]	-,350	-,268	-,280	-,331	-,320	-,243	-,093	-,356	,092	,199	-,779	
aDJ[m/s2]	,568	,460	,471	,591	,555	,465	,378	,597	,324	,225	,964	
hRCMJ[m]	,539	,366	,380	,550	,553	,555	,626	,364	hRCMJ[m]			
FRCMJmax[kN]	,396	,371	,362	,388	,378	,493	,382	,357	,556	FRCMJmax[kN]		
VRCMJmax[m/s]	,713	,534	,545	,721	,736	,688	,674	,558	,814	,662	VRCMJmax[m/s]	
tRCMJot[s]	,191	,076	,074	,201	,196	,250	,381	,008	,847	,283	,393	
aRCMJ[m/s2]	,456	,379	,413	,460	,475	,410	,255	,462	,018	,366	,587	

тъмнени правоъгълници, допълнени с една или с две звездички, обозначават наличието на значими зависимости. Визуално се забелязва наличието на повече свободни незатъмнени правоъгълници, отнасящи се за моделите на отскока от различен тип. Едновременно с това обстоятелство, преобладаването на затъмнените правоъгълници ни насочва към структури с повече значими корелационни коефициенти, за които е валидна алтернативната хипотеза за значимост и се отхвърля с пълна увереност нулевата хипотеза, при която няма значими стойности и зависимости определени според статистическите критерии. При фигурното пързаяне отчетливо се използват горните крайници за промяна на кинематичните характеристики, като ъглова скорост на въртенето чрез биомеханичния принцип – закон за запазване на момента на импулса при въртелигото движение с голямо приложение при отскок с ротация.

3.6. Факторен анализ

КМО (Kaiser-Meyer-Olkin) тест за адекватност и Bartlett's – тест за сферичност. Първият е обща индикация за многомерно разпределение на данните, близко до нормалното. Тестът на Бартлет проверява нулевата хипотеза, че данните не лежат на една права в пространството, т. е. облакът от данни има някаква „сферичност” (табл. 43).

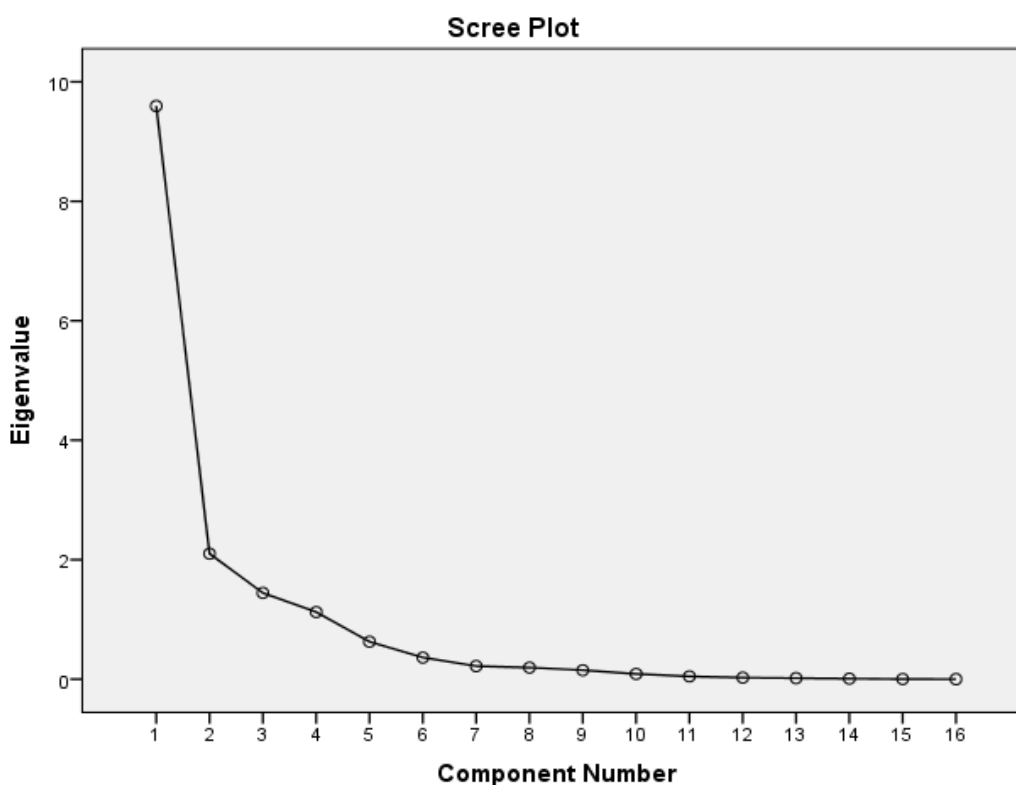
Тестът на Бартлет е приблизително 0. Това позволява провеждане на факторен анализ на данните за експерименталната група и получаване на адекватен факторен модел.

Смисълът на данните на **фиг. 34** е да бъде определен необходимият брой фактори, а те са минимум до четири, за обясняване на общата дисперсия. Броят фактори се отчита до момента, в който фигурата прави рязка промяна на стръмността си в посока на хоризонталата.

В **табл. 36** са показани данните, изчислени за факторната структура, отнасяща се за експерименталната група. Стойностите над 0,5 се определят като значими и това са ръст (0,875), гръдна

Таблица 43. Тест на Бартлет

KMO and Bartlett's Test SJ		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy		,319
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	375,220
	df	120
	Sig.	,000



Фиг. 34.

обиколка (0,867), тегло (0,902), дължина на десен крак (0,849), дължина на ляв крайник (0,880), ширина на раменете (0,808), ширина на таза (0,804), дължина на ходилото (0,720). Те се отнасят към първи фактор и определят 40,76% от общата дисперсия. Тестовите височина на отскока h_{\max} (0,602), максимална сила F_{\max} (0,846), скорост V_{\max} (0,854), време на оттласкване t_{\max} (0,785) и максималното ускорение при отскока a_{\max} (- 0,811) са класифицирани към втори фактор, определят 25,52 % от дисперсията.

Към трети фактор се определят средната равновесна амплитуда от приземяване след отскок (0,935) и факторът на стабилност (0,961). Този фактор определя 12,97% от дисперсията. Към четвърти фактор, определящ само 9,89% от дисперсията, спада честотата на собствените колебания на равновесната функция (-0,910).

Таблица 36. Факторна матрица

SJ Rotated Component Matrix ^a				
	Component			
	1	2	3	4
Ръст	,875	,339	,014	,307
Тегло	,902	,350	,086	-,065
Гръдна_обиколка	,867	,348	-,002	-,136
Десен_крак	,849	,292	-,025	,380
Ляв_крак	,880	,252	-,007	,327
Ширина рамене	,808	,467	,045	,100
Ширина таз	,804	,148	-,028	-,100
Дължина ходило	,720	,465	-,115	,366
h_max	,360	,602	-,389	,195
F_max	,445	,846	,197	,072
V_max	,157	,854	-,168	,289
t_max	,532	,785	,162	,026
a_max	-,476	-,811	,041	-,040
Average_jump	-,002	,006	,935	,285
Frequency_jump	-,106	-,187	-,090	-,910
Factor_jump	,055	-,029	,961	-,143
Extraction Method: Principal Component Analysis. Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.				
a. Rotation converged in 5 iterations.				

Направеният факторен анализ, свързан с оценка на различни двигателни тестове, антропометрични характеристики и равновесни характеристики, групира изследваните качества като участващи

в групата първи фактор, втори фактор и т.н. Наличието на факторен модел съдържа само три фактора за скокове от типа СМЈА (отскок с помощта на ръцете) и DJ (отскок тип дроп джъм). Тези два типа отскоци съдържат по 8 теста към първи фактор и по 5, които се отнасят към втория фактор. С малка разлика в проценти на обяснената дисперсия (87,50% за СМЈА срещу 83,61% за DJ) е отскокът със замахване на горни крайници (СМЈА).

Извършеният факторен анализ ни насочи към изследване на корелационната зависимост между биомеханичните показатели, получени от информативните тестове СМЈА (отскок със замахване) и DJ (дроп джъм), оценките за скокове, пируети и стъпки и антропометричните показатели.

Таблица 49

ръст	ръст															
тегло	.876**	тегло														
гръдна об.[cm]	.830**	.955**	гръдна об.[cm]													
дълж. на д.кр.[cm]	.966**	.811**	.734**	дълж. на д.кр.[cm]												
дълж. на л.кр.[cm]	.971**	.839**	.768**	.989**	дълж. на л.кр.[cm]											
шир. на рам.[cm]	.918**	.869**	.866**	.849**	.843**	шир. на рам.[cm]										
шир. на таза [cm]	.682**	.732**	.674**	.691**	.696**	.653**	шир. на таза [cm]									
дълж. на ход.[cm]	.899**	.798**	.762**	.886**	.853**	.803**	.527**	дълж. на ход.[cm]								
hCMJA[m]	.687**	.727**	.686**	.681**	.657**	.695**	.623**	.793**	hCMJA[m]							
FCMJAmax[kN]	.621**	.748**	.635**	.636**	.651**	.576**	.561**	.631**	.793**	FCMJAmax[kN]						
VCMJAmax[m/s]	.545**	.547**	.477**	.619**	.610**	.466**	.487**	.616**	.832**	.886**	VCMJAmax[m/s]					
tCMJAotl[s]	.392	.507**	.535**	.257	.241	.552**	.390	.435	.467	.085	-.086	tCMJAotl[s]				
aCMJA[m/s2]	.304	.279	.197	.427	.430	.173	.291	.326	.506**	.756**	.898**	-.504**	aCMJA[m/s2]			
Скокове	.442	.224	.186	.384	.364	.489**	.117	.317	.223	.245	.173	.174	.085	Скокове		
Пируети	.352	.237	.220	.317	.286	.441	.310	.268	.326	.297	.270	.219	.163	.825**	Пируети	
Стъпки	.269	.225	.238	.195	.216	.305	.214	.156	.252	.405	.339	.001	.323	.782**	.787**	Стъпки

На табл. 49 е показана корелационната матрица, отнасяща се за отскок (СМЈА) за експерименталната група.

Корелационната таблица показва вътрешногрупови корелационни връзки за антропометричните показатели, междугруповите корелационни зависимости между антропометричните и биомеханичните характеристики, вътрешногрупови за показателите, свързани с оценките от спортните състезания и междугрупова зна-

чима зависимост между ширината на раменете и показателя скокове (0,489).

Таблица 50

ръст	ръст															
тегло	,876"	тегло														
гръдна об.[cm]	,830"	,955"	гръдна об.[cm]													
дълж. на д.кр.[cm]	,966"	,811"	,734"	дълж. на д.кр.[cm]												
дълж. на л.кр.[cm]	,971"	,839"	,768"	,989"	дълж. на л.кр.[cm]											
шир. на рам.[cm]	,918"	,869"	,866"	,849"	,843"	шир. на рам.[cm]										
шир. на таза [cm]	,682"	,732"	,674"	,691"	,696"	,653"	шир. на таза [cm]									
дълж. на ход.[cm]	,899"	,798"	,762"	,886"	,853"	,803"	,527"	дълж. на ход.[cm]								
hDJ[m]	,622"	,704"	,676"	,607"	,589"	,632"	,557"	,702"	hDJ[m]							
FDJmax[kN]	,597"	,618"	,577"	,607"	,606"	,616"	,498"	,585"	,758"	FCMJmax[kN]						
VDJmax[m/s]	,676"	,616"	,617"	,675"	,645"	,588"	,453"	,726"	,527"	,348"	VDJmax[m/s]					
tDJotl[s]	-,350	-,268	-,280	-,331	-,320	-,243	-,093	-,356	,092	,199	-,779"	tDJotl[s]				
aDJ[m/s2]	,568"	,460	,471	,591"	,555"	,465	,378	,597"	,324	,225	,964"	-,851"	aDJ[m/s2]			
Скокове	,442	,224	,186	,384	,364	,489	,117	,317	,130	,416	,059	,059	,021	Скокове		
Пируети	,352	,237	,220	,317	,286	,441	,310	,268	,142	,370	-,110	,273	-,166	,825"	Пируети	
Стъпки	,269	,225	,238	,195	,216	,305	,214	,156	,121	,551"	-,129	,298	-,157	,782"	,787"	Стъпки

На табл. 50 е показана корелационната матрица за отскок (DJ) за експерименталната група.

Глава 4. ИЗВОДИ И ПРЕПОРЪКИ

4.1. Изводи

1. Анализът на специализираната литература показва, че към най-важни специфични двигателни възможности на фигуристките, които определят спортното постижение, можем да отнесем скоростно-силовите способности, координацията на движенията и устойчивостта на вестибуларния апарат.
2. Основни тенденции в разработването на състезателни програми за фигуристките са увеличаване на координационната сложност и качеството на изпълнението на скоковите елементи, както и уплътняването на програмите с изпълнение на пируети и стъпки с най-високо ниво на сложност. Въвеждането на новата съдийска система във фигурното пързаляне доведе до значително усложнение на състезателните програми, което налага още по-високи изисквания към адаптационните скокови възможности на фигуристките.
3. Вариационният анализ на показателите на антропометричния статус на изследваните фигуристките е с нормално разпределение и при двете измервания и бележи увеличаване, като най-висок е прирастът при ръста и дължината на долните крайници и най-нисък при ширината на таза. Сравнителният анализ чрез t-критерия на Стюдънт за зависими извадки доказва статистически достоверен прираст в антропометричните показатели на изследваните състезателки по фигурно пързаляне.
4. Прирастът във височината на отскока при дроп джъмп скокове е най-висок спрямо останалите скокови показатели, което вероятно се дължи на добрата амортизация при стъпване в дълбочина от височина 30 cm, последвано от отскок, и на способности за изпълнение на комбинации от скокове със запазване на инерцията от първия скок. Прирастът, обаче в максималната сила е най-съществен при отскок с помощта на

ръцете, което е показател за добра координация, докато прирастът в максималната скорост е най-висок при отскок с предхождаща амортизация.

5. Сравнителният анализ на оценките от държавните първенства за изследвания период установи по-висок прираст – 14,8%, при скоковите елементи при експерименталната група в сравнение с контролната. Това доказва ефективността от приложените средства за тренировъчно въздействие, насочени към развиване на специфичните способности на младите фигуристички и влияние на специалната физическа подготвеност върху нивото на техническите умения.
6. При експерименталната група е отчетен по-висок прираст за скоковете в условия на реално състезание. Полученият висок прираст на изследваните показатели за експерименталната група в сравнение с този на контролната доказва ефективността и приложимостта на разработената спортнопедагогическата методика в учебно-тренировъчния процес.
7. Динамичното задържане на равновесието след отскока в позата на приземяване е по-ефективно от статичното равновесие в поза Ромберг, което се обяснява със спецификата на спорта фигурно пързаляне. Наблюдава се, обаче влошаване на равновесието при нарастването на антропометричните показатели – ръст, тегло и гръдна обиколка.
8. Установени са значими вътрешногрупови зависимости за антропометричните и биомеханичните показатели при всички видове отскок. При всички , без отскок с повторение, има значителна зависимост между височината на отскока h и антропометричните показатели, с изключение на ширина на таза. Максималната сила при SJ, CMJ, CMJA, DJ се увеличава с увеличаване на показателите за ръст, тегло, дължина на долните крайници, гръдна обиколка, ширина на раменете, докато ширината на таза не оказва влияние върху силата на отскока. При 20 последователни отскока (RCMJ) антропометричните показатели оказват слабо влияние, влияят върху си-

лата на отскока (r между 0,357 и 0,396). Единствено умерена зависимост от 0,493 има с ширина на раменете.

9. Равновесните колебания при позата Ромберг са в значителна зависимост от теглото и гръдната обиколка – $r = 0,499-0,508$, а ръстът на фигуристките влияе върху равновесието – с увеличаване на амплитудата се увеличават равновесните колебания при позицията на приземяване след отскок, т.е. равновесието е нестабилно, което се обяснява с по-високо разположение на ОЦТ на тялото.
10. Разкрита е факторната структура на двигателните способности, антропометрични и равновесни характеристики. Изведени са три основни фактора – антропометричен, биомеханичен и равновесен. Те могат да бъдат използвани като оптимизационни модели за усъвършенстване на структурата на основни движения и упражнения във фигурното пързаляне.

4.2. Препоръки

1. Препоръчваме на Българската федерация по кьнки да използва възможностите на новите апаратурни устройства за контрол и оценка на скоковете и равновесните възможности при подрастващи състезатели по фигурно пързаляне.
2. Необходимо е разработването на моделни характеристики на елитни подрастващи фигуристките, съобразно ръста и височината на отскока.
3. Разработеният комплекс от упражнения за развиване на скоростно-силовите способности и устойчивостта на вестибуларния апарат през подготвителния период от годишния тренировъчен цикъл на етапа на спортното усъвършенстване на фигуристките може да бъде предоставен на Българската федерация по кьнки с предложение за прилагане.
4. Апаратурата BTS G-sensor да бъде апробирана за тестиране в реални теренни условия, а именно на лед.

СПИСЪК НА ПУБЛИКАЦИИТЕ:

1. **Йорданова, Т.** Съвременни изисквания към скоковите елементи във фигурното пързаляне за категория – девойки (13–19-годишни). // Спорт и наука, брой 1, 2017, ISSN 1310-3393.
2. **Иванова, Д., Андонов, Х., Иванов, Д., Йорданова, Т.** Основане и развитие на Международния кьнки съюз – ISU. // Спорт и наука, №2, 2018, ISSN 1310-3393.
3. **Медведєва, І., Абеле, А., Іорданова, Т.** СТРУКТУРА І ЗМІСТ СПЕЦІАЛЬНОЇ ФІЗИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ КВАЛІФІКОВАНИХ ФІГУРИСТІВ. // Scientific journal National Pedagogical Dragomanov University, Issue 11 (105), 2018 (Medvedeva I., Abele A., Yordanova T. Structure and content of special physical training of skilled skaters.)

**NATIONAL SPORTS ACADEMY “VASSIL LEVSKI”
DEPARTMENT: „TECHNICAL AND ICE SPORTS”**



SUMMARY of PhD THESIS

by

TATIANA DIMCHEVA YORDANOVA

**DEVELOPMENT OF SPECIFIC MOTOR ABILITIES
IN YOUNG 11–13 YEARS OLD FIGURE SKATERS**

Sofia, 2019

**NATIONAL SPORTS ACADEMY “VASSIL LEVSKI”
DEPARTMENT: „TECHNICAL AND ICE SPORTS”**

SUMMARY of PhD THESIS

by

TATIANA DIMCHEVA YORDANOVA

**DEVELOPMENT OF SPECIFIC MOTOR ABILITIES
IN YOUNG 11–13 YEARS OLD FIGURE SKATERS**

of doctoral dissertation for awarding
educational and scientific degree “PhD”
in a scientific subject
“Theory and Methodology of Sports Science”
in professional field 7.6. Sports

**Scientific supervisor:
Prof. Daniela Stanimirova Dasheva, DSc**

Reviewed by:

**Assoc. Prof. Ivan Kolev Ivanov, DSc
Assoc. Prof. Eng. Ognyan Kirilov Tishinov, PhD**

Sofia, 2019

PhD thesis was discussed and directed toward a public defense before a wide academic jury at a session of the department of “Technical and Ice Sports” in NSA “Vassil Levski” held on December 13th 2018.

The PhD thesis contains 166 standard pages. The text is supported by 50 tables, 43 figures, 6 pictures, 3 appendixes and a bibliography. The bibliography includes 179 literature references, of which 152 in Cyrillic and 27 in Latin.

The public defense of the thesis will be held on March 27th 2019 at 2:00 PM in Aula 3 of the National Sports Academy “Vassil Levski”, Studentski Grad, Sofia at a meeting of the scientific jury. The defense materials are available in the library of the National Sports Academy “Vassil Levski”.

Note: The numbering of the tables and figures in the Summary corresponds to their numbers in the thesis.

INTRODUCTION

Relevance of the study. Figure skating is a sport with complex coordination structure, in which the movements are performed on the ice by turning, changing direction and speed, combined with additional elements such as Jumps, Jump Combinations, Jump Sequences, Step Sequences and Spins.

Figure skating refers to a group of sports with a stable kinematic structure that characterizes the form and their nature to be established on the basis of rational structure and a number of biomechanical requirements for style and aesthetics, which the athlete has to comply with. The main task is increasing the stability and quality of execution. The expansion of the technical variety is provided by the creation of new exercises, whose dynamic and energetic characteristic have to match the capabilities of the individual athlete.

The focus in the development of figure skating today is its tendency to aspire towards harmony of the main components of skating and the balanced content of the programs. Skaters must demonstrate mastery of all elements – Steps, Spirals, Spins and Jump Elements.

One of the characteristics of modern figure skating is the progressive difficulty of competition programs. The most important indicator for the mastery of the skaters is the level of performance of Jump Elements, which have the greatest impact on the final score at the competitions.

In this regard, to achieve the highest results in the performance of multi-revolution jumps, modern educational-training processes should aim to improve the quality of their mastery and increase the amount of revolutions executed during the flight phase. This can be achieved by increasing the height and length of the jump, as well as the initial angular speed bounce, followed by a rapid retraction of the

contact points of the body during the flight phase. All this requires a high level of development of speed-strength qualities, good coordination of movement and sustainability of the vestibular system at a very early age.

Chapter 1. STAGING OF THE PROBLEM ACCORDING TO DATA FROM SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL LITERATURE

1.1. Major trends in development of the competitive programs for figure skating in the historical aspect

Main technical components of the free programs are complex multi-revolution jumps, as they represent the most difficult movements in free programs (Mishin, A. N., 1981). The main trend in changes in programs is characterized by increasing the complexity of the elements and connections in the combinations (Tihomirov, A. K., 1989). Development of the free programs is a constantly increasing complexity of coordination of movements and speed and increasing the requirements for musical and aesthetic characteristics (Tihomirov, A. K., Kuznetsov, A. V., 1989).

The proposal for reform of the judging system in figure skating was first raised by the leadership of the International Skating Union (ISU) Congress after the Olympic Games in 2002. The essence of the new system is that instead of two “general” marks (for the complexity of the program and for its presentation), the judges evaluate all elements in the program separately. Each element has the specified Value, which is permanent and not subject to change (at least for one season).

The new rules impose new requirements to the competitive programs. So, in ladies’ free programs the maximum number of jump elements is seven, one of which must be an Axel type jump. There may be up to three jump combinations or jump sequences. One jump combination could consist of up to three jumps, the other two of up to two jumps. The maximum number of spins are three – one of them must be a jump into the spin, a combination spin and a spin in only one position. There are certain requirements for the minimum

revolutions in various spins. There must be a step sequence and a choreographic sequence in free skating (ISU Special Regulations, Single & Pair Skating, 2014).

1.2. Characteristic of the jumps in figure skating, as a type of motor activity

The jumps in figure skating differ in the way of the take off and they split as follows: an edge take-off is, in which the take-off is from the edge of the blades, and also a toe take-off, in which the take-off is from toe of the blade.

The jumps differ by the number of rotations: jumps without rotation during the flight and those with rotation of the body in 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5; 3; 3,5; or 4 revolutions.

The jumps in figure skating are interrelated movements of individual parts of the body. To study such movements is more convenient by dividing the whole movement into separate parts, each of which solves its own specific task. As parts of the jump have a continuously variable characteristic there are also possibilities to divide the jump into separate parts.

1.3. Analysis of the jump technique

The most important indicator of the complexity of jumps is the amount of revolutions that figure skater performs during the flight. For this reason, it is an important mechanism for creation the rotation of the body around the longitudinal axis during their execution. The rotary movement around the longitudinal axis of the body occurs during the take-off. During the performance of the flexed position closed to the body and dissolution, figure skater can only increase or decrease the angular velocity of rotation.

1.4. Specific motor skills of figure skaters. Age characteristics

The modern figure skating is characterized by the complexity of the programs saturated with complicated jumps. This requires high reliability and stability of the technical skills that can only be achieved with a high level of development of the speed-power qualities of young skaters (Buhartceva, I. G., 1972, 1973, 1974; Tihomirov, A. K., 1974; Medvedeva, I. M., 2002). A. N. Mishin (1981) considers that a good jumping skill is needed and suggests susceptibility of the child's openness to jumps in figure skating to be analyzed from two perspectives: from the point of view of the height and length of the jump, the ability to use the speed obtained during preparation, the propensity to free-over movements in pushing, and the ability to rotate in the air. It should be noticed that the ability for rotation around the longitudinal axis of the body during the flight is crucial (Mishin, A. N., 1973). The ability for a sharp retraction of the limbs to achieve the high speed of rotation is the basis for multi-revolution jumps.

The figure skater's ability to orient in space and time, to quickly and accurately perform the most complicated movements under conditions of small and unstable support is achieved by improving the analysts involved in the equilibrium reactions. To them, except the vestibular analyzer, relate also visual and motor analyzers. A sufficient level of development of the equilibrium (the balance is the ability of people to hold the body or certain segments of the body at a certain position as a result of the complex collaboration of many organs and systems aimed at opposing the forces of gravity) allows for a faster mastery of the intricate technique of different physical exercises at a higher technical level (Bondarevskiy, E. Y., 1976).

Body balance, as is known, is regulated by the vestibular system, which ensures the position of the body and its orientation in space. It is a peripheral receptor device which is part of the vestibular analyzers. N. P. Simanovskiy (1914) considers that the vestibular

system “manages” the position and movement of the body in space and muscle tone. V. I. Voâček (1915) states that “in all cases of a normal action of the vestibular apparatus” straightforward (when the body moves in a straight line) and angular acceleration (where rotated) play an important role. M. F. Cytovič (1922) sees the significance of the vestibular system for adjusting the balance of the whole body and its individual parts, calling it a “peripheral center of balance”. The sensitivity of the vestibular system in healthy people is different and depends on the strength of the stimulus, the level of stimulus of the vestibular system and its resistance to irritation (Fedorova, G. S., 1973). The vestibular system reaches the adult level of development in boys aged 11 to 12 years, and in girls within 1-2 years earlier (Groshenkov, S. S. and co-authors, 1966). The threshold of the sensitivity of the vestibular analyzer depends mainly on heredity (Schwartz, V. V., 1977; Singer, R. N., 1980).

The vestibular system is loaded heavily during the implementation of multi-revolution jumps, of spins, etc. (Hismatullina, L. Y., 1972; Erfilova, N. G., 1980).

1.5. Sports training in the system of skaters’ preparation

The content of sports training of the figure skater, as a multilateral process can be represented in different aspects. Thus, considering various aspects in terms of their predominant influence on one or other components, on the readiness of the skaters to competitions differ: physical training (the portion of the training which provides mainly physical readiness for skaters in competitions), sports and technical training (training related primarily to utilization of the technique and tactics), and aspects that provide the necessary motivational, ethical, intellectual and special psychological foundations for the activity of skaters. In determining those aspects of

an athlete's preparation different concepts are using: moral-volitional preparation, intellectual and psychological preparation.

Mastering the technique of complicated-coordination movements typical for figure skating, the successful implementation of these movements in competitive conditions, overcoming the high trainings, needed for skills improvement, requires a sufficient level of development of physical abilities in skaters.

The main body of sports training for the skaters is the physical preparation. It is a process of nurturing the physical abilities required in sports activity.

Significant progress in figure skating is possible on the basis of general increase in functionality of the body, the overall development of the physical and mental abilities of the skaters.

The multiannual training of athletes in figure skating involves the following stages: sports and wellness stage (4–15), the stage of initial training (4–7), the training stage (sports specialization) (8–10), stage of sport improvement (11–13) and stage of high sports mastery (14 +).

1.6. Hypothesis of the study

Based on the study of literary sources and our practical experience, we found significant differences in the opinions of a number of authors in terms of volume, and variability of training methods of the skaters. There is a tendency to give priority to the development of explosive power. The role of the coordinating capabilities and resilience of the vestibular system is underrated. It is assumed **that the specific training methodology of exercises with a speed-power character along with those for improving the equilibrium stability in young figure skaters, will improve the quality of execution of the jump elements that have the greatest influence on the final results of the competition.**

Chapter 2. PURPOSE, OBJECTIVES AND METHODOLOGY OF THE STUDY

2.1. Purpose of the study

The aim of our study was to increase the efficiency of the process of preparing young skaters through specific training methodology aimed at developing of high-speed power-abilities and equilibrium resistance.

2.2. Tasks of the study

For the realization of the main goal we set up to solve the following tasks:

1. To study the characteristics of physical activity in figure skating.
2. To determine the relationship between the elements of the programs and the outcome of the technical preparation of the skaters.
3. To see a correlation between anthropometric parameters and those for jumping abilities (bouncing).
4. To develop an experimental methodology for developing speed-power characteristics on the basis of optimizing the ratio between training for general and explosive force within the framework of the preparatory period of the annual educational-training process.
5. To establish the effectiveness of the proposed methodology and to use the results of the survey in the sports practice.
6. To put forth the factor structure of speed-power training, anthropometric indicators and the equilibrium resistance in adolescents figure skaters.

2.3. Subject, object and a contingent of research

The subject of the study is dialectical relationship between parameters of speed-power preparedness and equilibrium stability in the jump elements by the young skaters.

The object of the research is the structure of the speed-power preparedness and equilibrium stability in adolescent figure skaters.

Contingent of the study. The study included a total of 51 single skaters' girls at the age of 11 to 13 years from various skating clubs in Bulgaria. In the sample were dropped 13 contestants, who for various reasons have not participated actively in the three sports competitive years.

2.4. Methods of study

To solve the set tasks following research methods have been used:

1. Systematization, processing and analysis of data from scientific and methodical literature on the researched issues.
2. Pedagogical supervision.
3. Sports pedagogical testing. The test battery included 15 types of measurements (**Table 1**)
 - Anthropometric medical measurements – 8 indicators.
 - Apparatus methodologies – 7 tests.
4. Sports pedagogical experiment.
5. Statistical methods:
 - ◆ Descriptive statistic
 - ◆ Correlation analysis
 - ◆ Comparison of Student's t-criterion
 - ◆ Factor analysis

Table 1. Tests

№	Name	Measuring units	Measuring accuracy
Measuring of the anthropometric indicators			
1	Height	[cm]	0,1
2	Body weight	[kg]	0,1
3	Chest volume	[cm]	0,1
4, 5	Length of right and left lower limb	[cm]	0,1
6, 7	Width of the shoulders, pelvis	[cm]	0,5
8	Foot length	[cm]	0,5
Measuring of the physiometrics indicators			
9	Squat Jump	[cm, kN, kW, m/s]	0,01
10	Counter Movement Jump	[cm, kN, kW, m/s]	0,01
11	Counter Movement Jump with arms rush	[cm, kN, kW, m/s]	0,01
12	Drop jump	[cm, kN, kW, m/s]	0,01
13	20 repeated jumps	[cm, kN, kW, m/s]	0,01
Measurement of biomechanical torque characteristics			
14	Romberg	[cm, Hz]	0,01
15	Landing position	[cm, Hz]	0,01

2.5. Organization of the study

To solve the tasks researches were organized and conducted between 2015 to 2018 in the Center for Research and Applied Activity in Sports, in the Department of “Anatomy and biomechanics” at the National Sports Academy “Vassil Levski” and in the Winter Sports Palace.

The study went through the following stages:

- *Stage 1* – June 2015 to October 2015 – research, systematization and analysis of the data from the methodological literature on potential problems of jumping elements technique in figure skating and physical properties of the skaters. Familiarization with the equipment and technology, necessary for the conduct of the study. The formulation of the working hypothesis and of the purpose of the study. Defining the tasks, methods and test battery for

testing. Conducting the first measurement – anthropometric indexes and jumping efficiency.

- *Stage 2* – October 2015 to September 2017. Analysis of trends in the development of figure skating. Developing a methodology for development of explosive power and coordination abilities. Determination of the experimental group and direct participation in ongoing training activities with it. Measuring the equilibrium resistance of the skaters. Conducting the second measuring of the anthropometric indexes and jumping efficiency.
- *Stage 3* – October 2017 to December 2018 – mathematical and statistical processing, analysis and summary of the data from the surveys. Finalization of the thesis.

Chapter 3. ANALYSIS OF THE RESULTS OF THE RESEARCH

3.1. Trends of the influence of technical items on the rankings

Execution without errors of multi-revolution jumps and jump combinations is the main criterion for the technical skills of the skaters. We organized a pedagogical observation on 95 short and free programs of figure skaters, ranked from 1st to 24th place at World Junior Figure Skating Championships – 2006 and 2016. We did video analysis of all elements in competitive programs that were recorded in tables, with the reflected errors in their implementation. We recorded a total score for all executed elements, and values of judges marks for the performance of each individual element (total of 901 items) from the official judging protocols. We calculated the total values of the elements in groups: jump elements, spins and step sequences. We conducted a preliminary study to determine the elements with the greatest weight on the final result in the competition for junior ladies. **Tables 3 and 4** shows the descriptive statistics of the summary values for each groups of items, researched by us in short programs and free skating.

From the preliminary study we concluded that jump elements have the greatest impact on the final result, which in the first place are much more than the other elements – in a short program they are three, and in free skating – seven. Secondly – quantitative values of jump elements that figure skaters must perform in modern programs are higher than other elements. The coordinating complexity of the jumps and the quality of their execution increases. The importance of the spins reduces both in short program and in free skating. In step sequences there also can be observed an increased influence on the final result.

Table 3. *Descriptive statistics – Short Programs – Junior Ladies at World Junior Figure Skating Championships: 2006 (1) and 2016 (2)*

Indicators	X_{min}	X_{max}	R	\bar{X}	$SE_{\bar{X}}$	S	V	As	Ex
Total value of the jump elements (1)	6,63	19,81	13,18	11,35	0,63	3,10	27,34	0,88	1,24
Total value of the jump elements (2)	8,52	21,89	13,37	15,20	0,75	3,67	24,18	0,06	-0,40
Total value of the spins (1)	5,11	9,83	4,72	7,47	0,27	1,30	17,43	0,23	-0,44
Total value of the spins (2)	8,91	11,63	2,72	10,26	0,18	0,88	8,58	0,15	-1,47
Total value of the step sequences (1)	1,71	3,24	1,53	2,32	0,07	0,35	15,28	0,23	0,97
Total value of the step sequences (2)	2,67	5,20	2,53	3,98	0,17	0,82	20,60	0,09	-1,28

Table 4. *Descriptive statistics – Free Skating – Junior Ladies at World Junior Figure Skating Championships: 2006 (1) and 2016 (2)*

Indicators	X_{min}	X_{max}	R	\bar{X}	$SE_{\bar{X}}$	S	V	As	Ex
Total value of the jump elements (1)	11,22	48,40	37,18	25,07	1,66	8,12	32,39	0,77	1,72
Total value of the jump elements (2)	20,85	53,61	32,76	35,54	2,18	10,43	29,35	0,36	-1,07
Total value of the spins (1)	5,17	10,40	5,23	7,37	0,26	1,29	17,50	0,73	1,02
Total value of the spins (2)	6,91	12,05	5,14	9,73	0,29	1,38	14,18	-0,40	-0,23
Total value of the step sequences (1)	1,76	3,17	1,41	2,20	0,08	0,41	18,64	0,89	0,50
Total value of the step sequences (2)	1,80	5,00	3,20	3,27	0,17	0,82	25,08	-0,08	-0,23

3.2. Descriptive statistics of anthropometric indicators of skaters

All anthropometric data from the first and second study are shown in **Fig. 9**, where you can clearly see an increase in all indicators, which is normal for adolescent girls. The highest growth is in height and the length of the lower limbs, and the lowest – in the width of the pelvis.

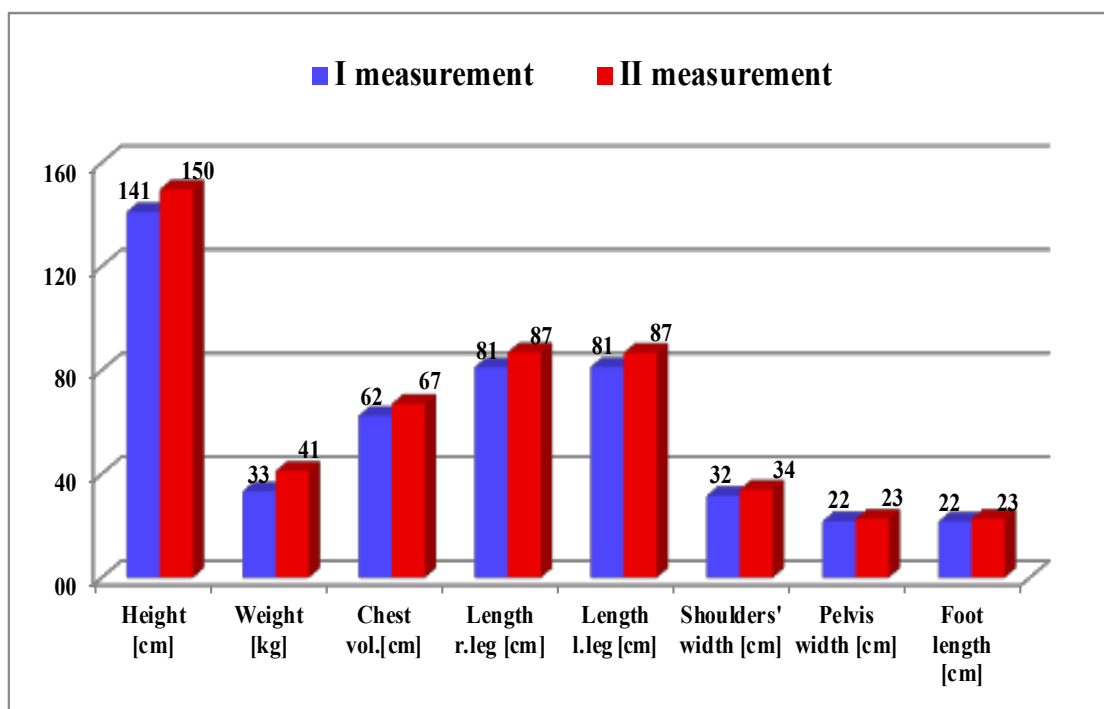


Fig. 9. *Dynamics of anthropometric indicators*

In the descriptive statistics of the anthropometric indicators (**Table 7 and 8**) we observe the low values of coefficients of variation – less than 24%, an indication of normal distribution of the data from the sample. This allows us to do a comparative analysis using the t-criterion of Student's test for dependent samples.

The empirical value of the t-Student's test exceeds tabulated identified critical levels (Table 9). An additional circumstance is the fact that the guaranteed probability P_t [%] exceeds the critical (95%) value.

Table 7

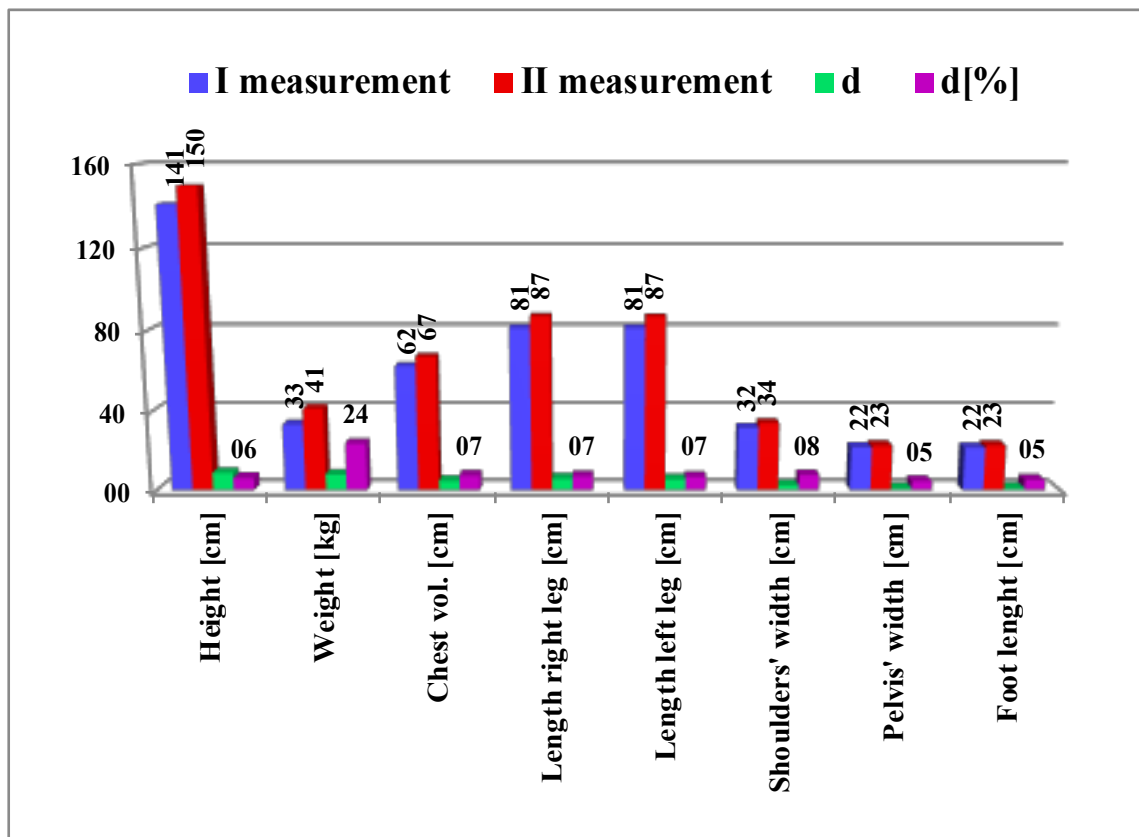
Indicators 1st measurement	Height	Weight	Chest vol.[cm]	Length of right leg [cm]	Length of left leg [cm]	Shoulder width [cm]	Pelvis width [cm]	Foot length [cm]
\bar{X}	141,0	33,3	62,4	81,1	81,2	31,5	21,7	21,6
S	10,0	8,0	5,0	6,7	6,7	2,8	2,2	1,6
Var	7%	24%	8%	8%	8%	9%	10%	8%
As	-0,1	0,7	0,4	0,2	0,2	-0,1	0,3	0,3
Ex	-0,7	0,3	-0,3	-0,1	-0,1	-0,6	0,1	-0,2
Max	158,4	54,6	73,5	95,6	95,8	36,5	26,5	25,5
Min	121,2	20,4	53,0	67,5	68,2	26,0	17,0	18,5
$Range$	37,2	34,2	20,5	28,1	27,6	10,5	9,5	7,0

Table 8

Indicators 2nd measurement	Height	Weight	Chest vol.[cm]	Length of right leg [cm]	Length of left leg [cm]	Shoulder width [cm]	Pelvis width [cm]	Foot length [cm]
\bar{X}	149,7	41,2	67,0	86,9	86,7	33,9	22,7	22,8
S	9,4	9,4	5,3	5,6	5,3	2,8	2,2	1,3
Var	6%	23%	8%	6%	6%	8%	10%	6%
As	-0,5	0,4	0,2	-0,2	-0,1	-0,2	-0,1	-0,2
Ex	-0,6	-0,2	0,2	-0,6	-0,4	-0,6	0,3	-0,6
Max	163,4	64,0	81,0	97,2	97,2	39,0	28,0	25,5
Min	130,0	25,4	58,0	76,0	76,5	28,0	18,0	20,0
$Range$	33,4	38,6	23,0	21,2	20,7	11,0	10,0	5,5

Table 9

Indicators	I meas.	II meas.	d	D [%]	t	P _t [%]
Height [cm]	141,0	149,7	8,8	6,2	-16,5	100,00
Weight [kg]	33,3	41,2	7,9	23,7	-13,6	100,00
Chest vol. [cm]	62,4	67,0	4,6	7,4	-12,1	100,00
Length right leg [cm]	81,1	86,9	5,8	7,1	-11,8	100,00
Length left leg [cm]	81,2	86,7	5,5	6,7	-11,4	100,00
Shoulder width [cm]	31,5	33,9	2,4	7,6	-11,0	100,00
Pelvis width [cm]	21,7	22,7	1,0	4,5	-4,2	99,98
Foot length [cm]	21,6	22,8	1,1	5,3	-10,0	100,00

**Fig. 10.** *Growth anthropometric indicators*

Thus, with confidence we may reject the null hypothesis and accept the alternative for the presence of a significant increase in data

from the test sample, relating to the growth in the anthropometric parameters (**Fig. 10**).

3.3. Descriptive statistics of jumping indicators

The jumps in figure skating are an integral part of motor activity. One of the conditions for their good execution are great height and length. Criteria for this are speed-power qualities, the coordination capabilities and sustainability of the vestibular system. In the study of differential development of speed-power capability regarding bouncing is found that girls and junior girls the highest rate of development is observed at the ages between 10 and 14 years old (Volkov, L. V., 1981; Goncharov, N. N., 1952; Grodzitska, A., 1983, etc.). A number of studies show that despite bouncing, some extent innate ability of humans by applying the effective exercises can significantly increase the level of speed-power preparedness of the athletes (Verhoshanskiy, Y. V., 2013). In biomechanical aspects, jumps represent an upward movement of the body in relative to the support surface by means of the lower extremities followed by flight with rotation and landing. According to biomechanics this movement is realized by the formula $h_{max} = V_{max} \cdot t_{take-off}$, where h_{max} is the height of the jump, V_{max} is the maximum speed of the take-off from support, a $t_{take-off}$ is the time that takes place through the bounce by the leg in concentric action of the extensor of the feet and also according to the law on the impulse of power $F_{max} \cdot t_{take-off} = m \cdot V_{max}$; $t_{take-off} = \frac{m \cdot V_{max}}{F_{max}}$.

In the descriptive statistics we consider the height h of the bounce, the maximum force F_{max} realized in the motor activity, maximum speed V_{max} , the time for take-off $t_{take-off}$ and maximum acceleration a_{max} .

The analysis of the performance of the tested athletes with G-sensor 5 types of the jumps showed the highest increase rate in the Drop Jump – the height of the bounce – 9,74% (**Fig. 11**), the maximum speed – 71,05% in the experimental group.

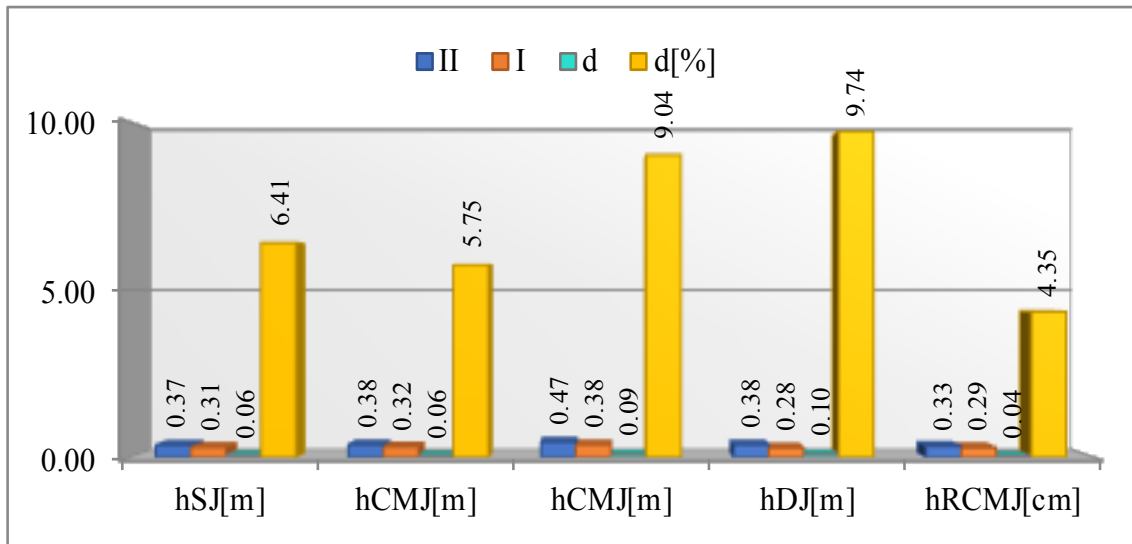


Fig. 11. *The jump height*

The increase in the maximum force is greater in the rebound when using the arms FCMJA = 83% (Fig. 12).

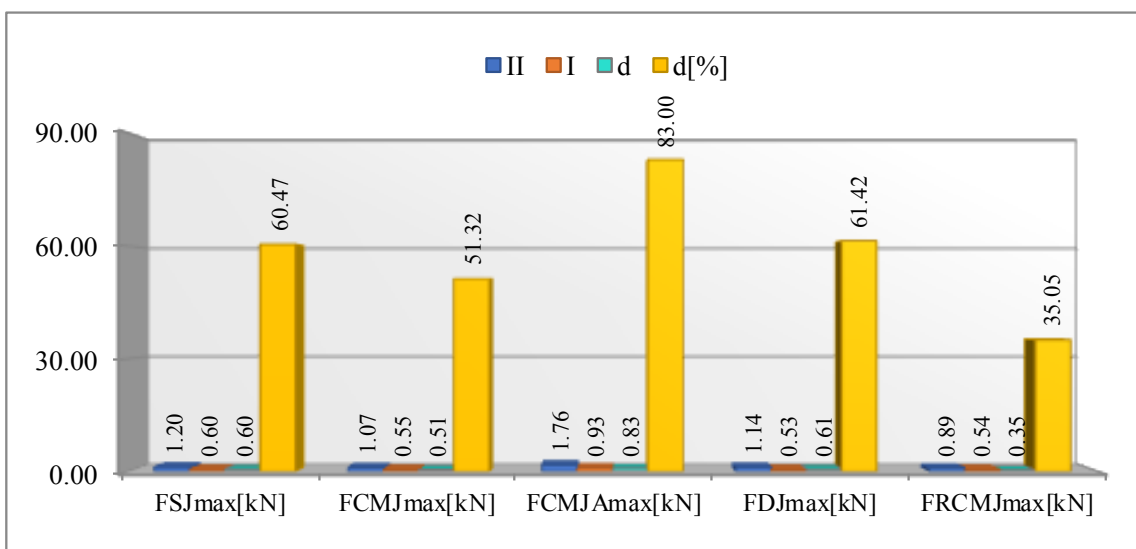


Fig. 12. *Maximum force*

In the control group, the results are identical – the highest growth rate is in the Drop Jump: height of jump – 6,63%, maximum

speed – 68,95%, maximum force on the rebound using the arms is 72,79%.

To check the effectiveness of the methodology applied in the sports practice, we used the method of expert evaluations. The analysis of skaters' evaluations of the experimental and the control groups for the time period of monitoring from the Judges protocols of the National Championships found the following: a higher rate in jump elements in the experimental group – 38,9% compared to the control – 31,1% and in spins – 45,3% in the experimental group and 39,0% in control group (**Fig. 24 and 25**). This verifies the effectiveness of the methodology applied in the sports practice.

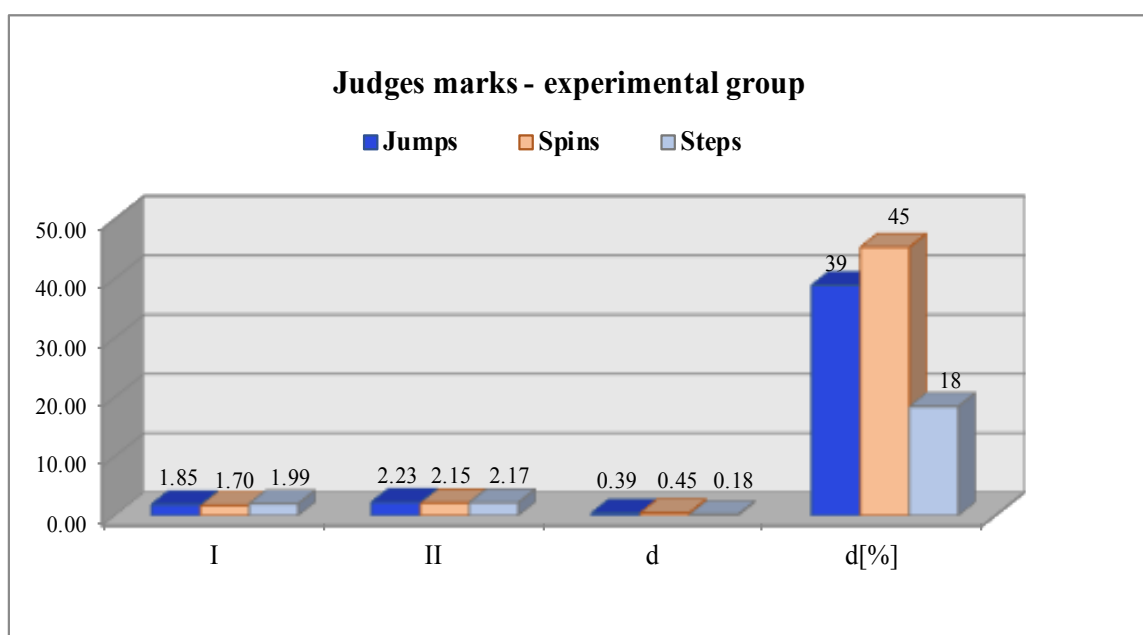


Fig. 24.

On **Table 19** a comparison in Student's test is made between the experimental and control groups and between and at the end of the study period. Using method for independent samples certain significant differences have been identified relating to the indicator of jumps for which the guarantee likely exceeds the limit value 95%. The steps indicator has guaranteed probability of 86,3%, approaching 95%, but is still below the limit value. The lack of a significant difference for the spins' indicator means that their technical performances are

learned well at the same level in both groups of participants – experimental and control.

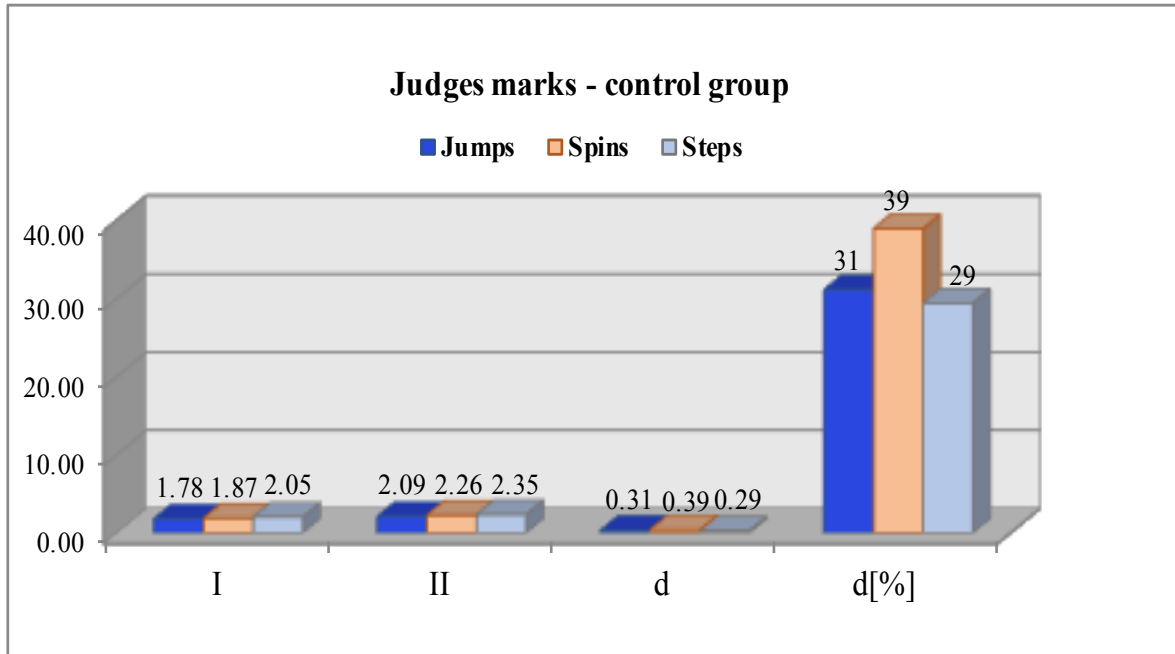


Fig. 25.

Table 19

Indicators	Experimental group marks	Control group marks	d	d [%]	t	Pt [%]
Jumps	2,23	2,09	0,15	14,8	,41	95,2
Spins	2,15	2,26	-0,11	-11,0	-,37	19,3
Steps	2,17	2,35	-0,18	-17,5	-,64	86,3

3.4. Equilibrium stability indicators

The ability of the figure skaters to orient themselves in space and time, for fast and accurate execution of the most complex movements under conditions of small and unstable support, is achieved by improving the analysts involved in the equilibrium reactions. A good level of development of balance allows for a faster mastery of the complex techniques of different physical exercises and at a higher technical level.

The study of the equilibrium resistance of the skaters is realized by testing in pose Romberg and during the landing position after the high jump. During the Romberg test, the tester raises their foot to their knee, without touching it, and executes the balance on one foot for the designated test time, but not less than 30 seconds in static mode. Upon landing after the jump, the tester aims as quickly as possible to achieve a minimum of equilibrium fluctuations, which is an active process of the muscles in their aim for manage the balance, when performing the test and also to establish the presence of a descending trend in the amplitude of the equilibrium fluctuations.

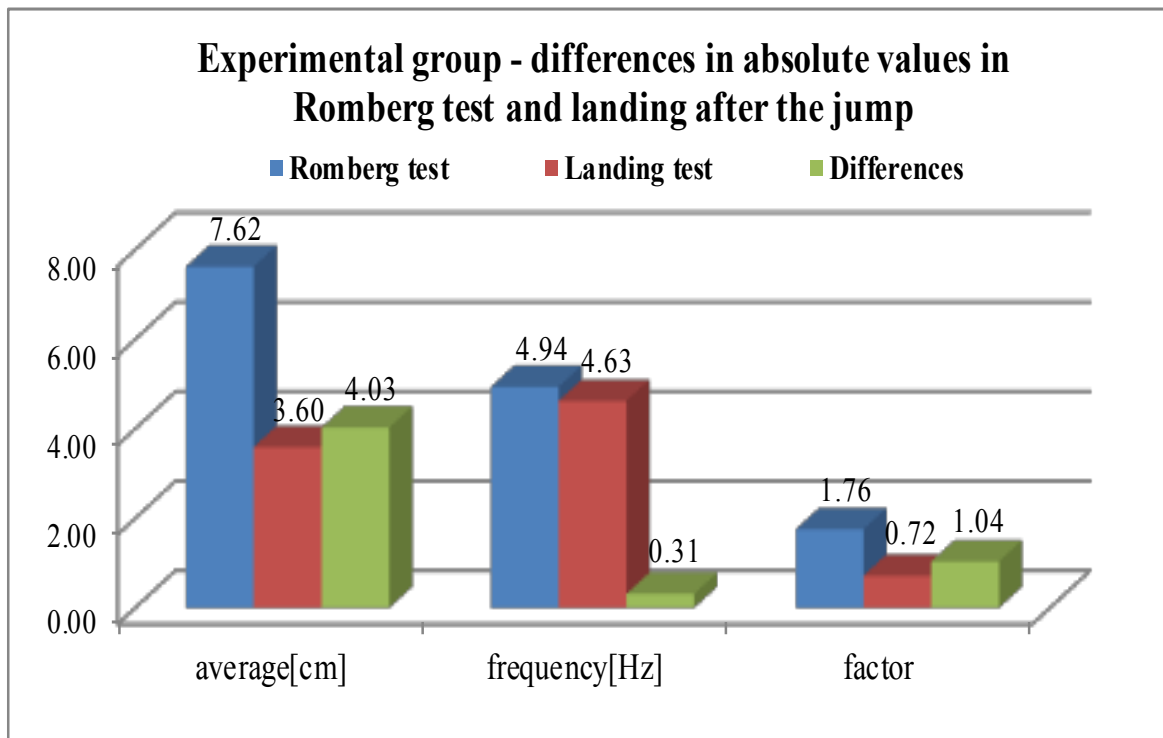


Fig. 33.

A large load on the vestibular system occurs when making a multi-revolution jumps, spins, etc. The implementation of multiple rotations during jumps, followed by a soft landing on one-foot sliding, requires the precision of the movement in time and in space. An interesting fact is that during the Romberg test we receive higher average values (average = 7,62 cm), as opposed to test landing after a

jump, which obtains the average = 3,60 cm (**Fig. 33**). The dynamic retention of balance after the jump is more efficient than the static equilibrium position Romberg, which is explained by the specificity of the sport figure skating.

3.5. Correlation analysis of anthropometric and biomechanical parameters

The correlation analysis of the indicators in the study sample includes analysis by Pearson's multiple correlation. The indicators can be divided into two groups. One of these groups are the results of the anthropometric tests, and the second is a biomechanical indicator consisting of equilibrium, kinematic and dynamic parameters. Intragroup correlations for anthropometric indicators are significant in nature and include height/weight (0,876), height/chest (0,830), height/length of the right foot (0,966), height/length of the left foot (0,971), height/width of the shoulders (0,918), height/width of the pelvis (0,682), height/length of the foot (0,899). In an analogous manner are presented significant correlations between weight relative to the chest circumference (0,955), right leg (0,811) left leg (0,839), and length of the foot (0,798). Intra-correlation links are also present in biomechanical characteristics of kinematic and dynamic nature – the rebound height/maximum force hSJ/FSJmax (0,556), height of bounce/maximum speed hSJ/VSJmax (0,674), height of bounce/time for take-off hSJ/tSJ (0,500). Those present correlations are positive in nature and express the proportional relationship between the indicators presented in the study. This circumstance means that the growth of one of them will increase the others.

The developed correlation models refer to the study of the relationships between anthropometric and biomechanical characteristics, as the individual models are built primarily on the correlation of analysis of the anthropometric versus the change in

biomechanical characteristics associated with different jumps and the respectively received different values of correlation coefficients.

In the jump with arms CMJA (**Table 25**), in addition to the expected dependencies from internal group character, arise such significant dependencies on intergroup relations of kinematic type such as skater height/height of rebound hCMJAm_{ax} (0,687), height/strength of thrust FCMJAm_{ax} (0,621), height/speed of the rebound VCMJA (0,545). In a similar fashion the body weight refers to the indicators of height hCMJA, force FCMJA, speed VCMJA, time tCMJA in excess of the critical theoretical level. For those indicators, we can assume with confidence that the null hypothesis is rejected and there is an alternative to the significance of the indicators of the study sample. Of interest are the interconnections between the kinematic indicators of acceleration aCMJA against factor Romberg (0,559) and factor Romberg relative speed VCMJA (0,557) and force FCMJA (0,600).

A correlation analysis of anthropometric and biomechanical indexes (**Table 26**) found significant intragroup relationships in the anthropometric and biomechanical characteristics of kinematic and dynamic type, height/length of the right leg – 0,966; height/length of left leg – 0,971; height/width of shoulders – 0,918. Among the biomechanical characteristics of kinematic and dynamic type more significant are the time for take-off /maximum force – 0,967; maximum speed/maximum force – 0,745; acceleration/speed of the bounce – 0,964 for Drop Jump type.

Table 28 shows significant correlations related to changes occurring because of the analysis of anthropometric characteristics together with the different models of motor structure, defining the different values of the parameters of the biomechanical characteristics. Marked shaded rectangles, supplemented by one or two asterisks indicate the presence of significant dependencies. The visually notice-

Table 25. Correlations for the CMJA type in experimental group

Height	CMJA																	
Height	.876**	Weight																
Weight	.830**	.955**	Chest vol.[cm]															
Chest vol.[cm]	.830**	.955**	.734**	Length r. leg [cm]														
Length r. leg [cm]	.966**	.811**	.734**	.989**	Length l. leg [cm]													
Length l. leg [cm]	.971**	.839**	.768**	.989**	.843**	Shoulders' width [cm]												
Shoulders' width [cm]	.918**	.869**	.866**	.849**	.843**	.653**	Pelvis' width [cm]											
Pelvis' width [cm]	.682**	.732**	.674**	.691**	.696**	.653**	.623**	Foot length [cm]										
Foot length [cm]	.899**	.798**	.762**	.886**	.853**	.803**	.527**	.793**	hCMJA [m]									
hCMJA [m]	.687**	.727**	.686**	.681**	.657**	.695**	.623**	.793**	.631**	.793**	FCMJAmx [kN]							
FCMJAmx [kN]	.621**	.748**	.635**	.636**	.651**	.576**	.561**	.631**	.793**	.886**	.504**	VCMJAmx [m/s]						
VCMJAmx [m/s]	.545**	.547**	.477**	.619**	.610**	.466**	.487**	.616**	.832**	.886**	.504**	.898**	.559**	Average [cm] Romberg				
Average [cm] Romberg	.377	.499	.508	.398	.431	.470	.261	.297	.348	.581	.547	-.123	.559	.372	Frequency [Hz] Romberg			
Frequency [Hz] Romberg	.386	.237	.377	.261	.265	.400	.375	.251	.020	-.132	-.180	.298	-.281	-.137	.341	Factor Romberg		
Factor Romberg	.288	.458	.436	.319	.355	.371	.189	.241	.344	.600	.557	-.145	.576	.973	-.341	.415	.144	
Average [cm] landing	.496	.449	.393	.446	.443	.484	.242	.460	.361	.314	.281	.161	.160	.415	.144	.372	.414	
Frequency [Hz] landing	-.410	-.142	-.069	-.435	-.389	-.268	-.083	-.443	-.1458	-.071	-.181	.077	-.158	-.089	-.001	-.102	-.414	
Factor landing	.388	.138	.057	.436	.378	.266	.074	.460	.168	.023	.158	-.012	.110	.142	-.024	.141	.597	
																	-.924** factor	

Note. Marked shaded rectangles supplemented with one or two asterisks indicate the presence of significant dependencies.

Table 26. Correlations for the DJ type in experimental group

Height	DJ																		
Height	.876"	Weight																	
Weight	.830"	.955"	Chest vol.[cm]																
Chest vol.[cm]	.966"	.811"	.734"	Length r. leg [cm]															
Length r. leg [cm]	.971"	.839"	.768"	.989"	Length l. leg [cm]														
Length l. leg [cm]	.918"	.869"	.866"	.849"	.843"	Shoulders' width [cm]													
Shoulders' width [cm]	.682"	.732"	.674"	.691"	.696"	.653"	Pelvis' width [cm]												
Pelvis' width [cm]	.899"	.798"	.762"	.886"	.853"	.803"	.527"	Foot length [cm]											
Foot length [cm]	.622"	.704"	.676"	.607"	.589"	.632"	.557"	.702"	hDJ [m]										
hDJ [m]	.597	.618"	.577	.607"	.606"	.616"	.498	.585	.758"	FDJmax [kN]									
FDJmax [kN]	.676"	.616"	.617"	.675"	.645"	.588"	.453	.726"	.527"	.348	VDJmax [m/s]								
VDJmax [m/s]	- .350	- .268	- .280	- .331	- .320	- .243	- .093	- .356	.092	.199	- .779"	tDJtake-off [s]							
tDJtake-off [s]	.568	.460	.471	.591	.555	.465	.378	.597	.324	.225	.964"	- .851"	aDJ [m/s2]						
aDJ [m/s2]	.377	.499	.508	.398	.431	.470	.261	.297	.285	.594	.223	- .022	.201	Average [cm] Romberg					
Average [cm] Romberg	.386	.237	.377	.261	.265	.400	.375	.251	- .080	- .051	.424	- .512	.490	- .137	Frequency [Hz] Romberg				
Frequency [Hz] Romberg	.288	.458	.436	.319	.355	.371	.189	.241	.323	.589	.111	.116	.061	.973	- .341	Factor Romberg			
Factor Romberg	.496	.449	.393	.446	.443	.484	.242	.460	.193	.242	.336	- .275	.327	.415	.144	.372	Average [cm] landing		
Average [cm] landing	- .410	- .142	- .069	- .435	- .389	- .268	- .083	- .443	- .172	- .087	- .166	.072	- .147	- .089	- .001	- .102	- .414	Frequency [Hz] landing	
Frequency [Hz] landing	.388	.138	.057	.436	.378	.266	.074	.460	.096	- .009	.206	- .166	.218	.142	- .024	.141	.597	- .924"	factor
Factor landing																			

Table 28

	Height	Weight	Chest vol.[cm]	Length r. l. [cm]	Length l. l. [cm]	Shoulders width[cm]	Pelvis width[cm]	Foot length [cm]	hSJ [m]	FSJmax [kN]	VSJmax [m/s]	tSJtake-off [s]
hSJ [m]	,600"	,510"	,528"	,556"	,536"	,581"	,248	,710"				
FSJmax [kN]	,682"	,731"	,655"	,647"	,623"	,735"	,490"	,732"	,556"			
VSJmax [m/s]	,525"	,359	,376	,526"	,481	,545"	,303	,607"	,674"	,745"		
tSJtake-off [s]	,727"	,781"	,732"	,688"	,683"	,779"	,543"	,728"	,500"	,967"	,710"	tSJtake-off [s]
aSJ [m/s2]	,701"	,689"	,649"	,652"	,622"	,792"	,573"	,688"	,602"	,903"	,739"	,894"
hCMJ [m]	,547"	,629"	,587"	,500"	,476	,537"	,314	,741"	hCMJ [m]			
FCMJmax [kN]	,663"	,696"	,692"	,567"	,569"	,736"	,364	,676"	,639"	FCMJmax [kN]		
VCMJmax [m/s]	,543"	,498"	,510"	,517"	,476	,556"	,316	,711"	,776"	,831"	VCMJmax [m/s]	
tCMJtake-off [s]	,230	,445	,406	,135	,157	,221	,062	,341	,712"	,162	,151	tCMJtake-off [s]
aSCMJ [m/s2]	,239	,097	,158	,253	,214	,279	,150	,297	,107	,607"	,706"	,562"
hCMJA [m]	,687"	,727"	,686"	,681"	,657"	,695"	,623"	,793"	hCMJA [m]			
FCMJmax [kN]	,621"	,748"	,635"	,636"	,651"	,576"	,561"	,631"	,793"	FCMJmax [kN]		
VCMJmax [m/s]	,545"	,547"	,477	,619"	,610"	,466	,487"	,616"	,832"	,886"	VCMJmax [m/s]	
tCMJtake-off [s]	,392	,507"	,535"	,257	,241	,552"	,390	,435	,467	,085	,086	tCMJtake-off [s]
aSCMJA [m/s2]	,304	,279	,197	,427	,430	,173	,291	,326	,506"	,756"	,898"	,504"
hDJ [m]	,622"	,704"	,676"	,607"	,589"	,632"	,557"	,702"	hDJ [m]			
FDJmax [kN]	,597"	,618"	,577"	,607"	,606"	,616"	,498"	,585"	,758"	FDJmax [kN]		
VDJmax [m/s]	,676"	,616"	,617"	,675"	,645"	,588"	,453	,726"	,527"	,348	VDJmax [m/s]	
tDJtake-off [s]	,350	,268	,280	,331	,320	,243	,093	,356	,092	,199	,779"	tDJtake-off [s]
aDJ [m/s2]	,568"	,460	,471	,591"	,555"	,465	,378	,597"	,324	,225	,964"	,851"
hRCMJ [m]	,539"	,366	,380	,550"	,553"	,555"	,626"	,364	hRCMJ [m]			
FRMJmax [kN]	,396	,371	,362	,388	,378	,493"	,382	,357	,556"	FRMJmax [kN]		
VRMJmax [m/s]	,713"	,534"	,545"	,721"	,736"	,688"	,674"	,558"	,814"	,662"	VRMJmax [m/s]	
tRCMJtake-off [s]	,191	,076	,074	,201	,196	,250	,381	,008	,847"	,283	,393	tRCMJtake-off [s]
aRCMJ [m/s2]	,456	,379	,413	,460	,475	,410	,255	,462	,018	,366	,587"	,500"

able presence of more free, unshaded rectangles relates to the models of a different type of jump. At the same time, the circumstances, the predominance of the shaded rectangles directs us to structures with more significant correlations, for which the alternative relevance hypothesis is valid and we can discard with full confidence the null hypothesis, according to which there are no relevant values and dependencies according to the statistical criterium. In figure skating, the distinct use of upper limbs changes the kinematic characteristics, such as the angular velocity of rotation by biomechanical principle – the law of conservation of the moment of impulse in rotational movement applied during a rotation jump.

3.6. Factor analysis

KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) adequacy test and Bartlett's – test for roundness. The first is a general indication of a multi-dimensional distribution of data close to normal. Bartlett's test checks the zero hypothesis, that the data does not lie on a line in space, i.e. the cloud of data has some "roundness" (**Table 34**).

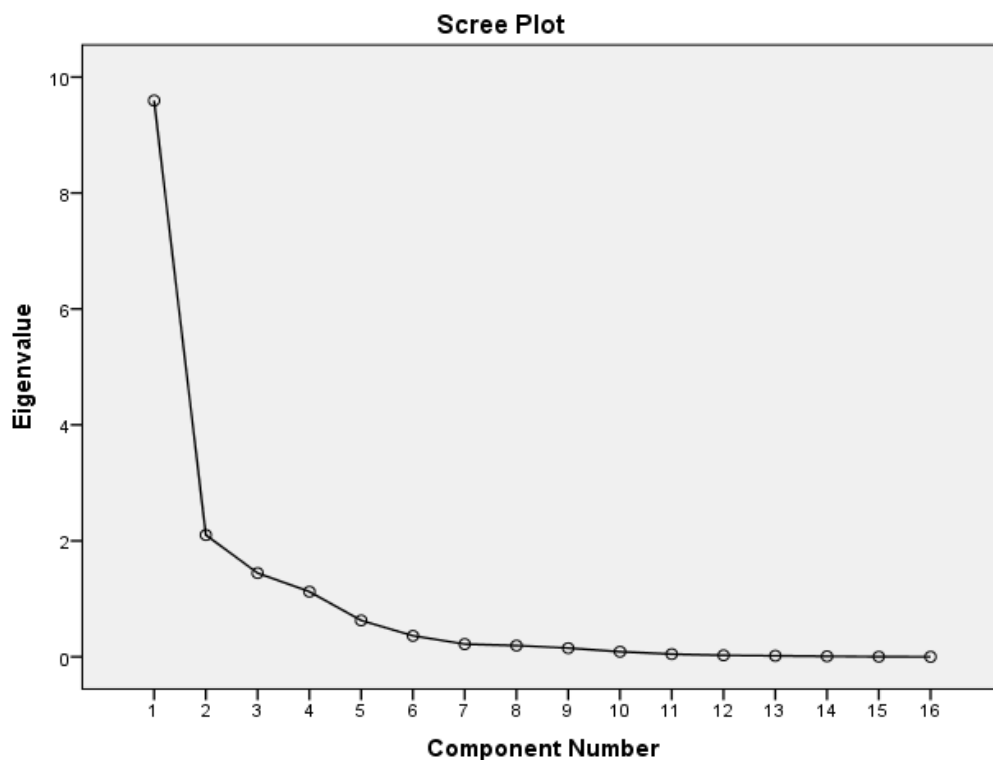
Bartlett's test is approximately 0. This allows conducting the factor analysis of data for the experimental group and obtaining adequate factor model.

The goal of the data in **Fig. 34** is to determine the required number of factors, and they are a minimum of four, for explaining the total dispersion. The number of factors is considered until such time as the figure makes an abrupt change of steepness in the horizontal direction.

Table 36 shows the data calculated for the factor structure related to the experimental group. Values above 0,5 are defined as significant and they are height (0,875), chest volume (0,867), weight

Table 34. Bartlett's test

KMO and Bartlett's Test SJ		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy		,319
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	375,220
	df	120
	Sig.	,000

**Fig. 34.**

(0,902), length of the right leg (0,849), length of the left leg (0,880), shoulders width (0,808), pelvis width (0,804), length of the foot (0,720). They refer to the first factor and determine 40,76% of the total dispersion. Tests height of bounce h_{max} (0,602), maximum force F_{max} (0,846), maximum speed V_{max} (0,854), take-off time t_{max} (0,785) and the maximum acceleration at the rebound a_{max} (0,811) are classified to the second factor, and determine 25,52% of the dispersion.

The third factor is determined to be the average equilibrium amplitude of landing after a jump shot (0,935) and the factor of stability (0,961). This factor determines 12,97% of the variance. The fourth factor, determining only 9,89% of the dispersion, is the frequency of fluctuations of the equilibrium function (-0,910).

Table 36. Factor matrix

SJ Rotated Component Matrix^a				
	Component			
	1	2	3	4
Height	,875	,339	,014	,307
Weight	,902	,350	,086	-,065
Chest_volume	,867	,348	-,002	-,136
Right_leg	,849	,292	-,025	,380
Left_leg	,880	,252	-,007	,327
Shoulders_width	,808	,467	,045	,100
Pelvis_width	,804	,148	-,028	-,100
Foot_lenght	,720	,465	-,115	,366
h_max	,360	,602	-,389	,195
F_max	,445	,846	,197	,072
V_max	,157	,854	-,168	,289
t_max	,532	,785	,162	,026
a_max	-,476	-,811	,041	-,040
average_jump	-,002	,006	,935	,285
frequency_jump	-,106	-,187	-,090	-,910
factor_jump	,055	-,029	,961	-,143
Extraction Method: Principal Component Analysis.				
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.				
a. Rotation converged in 5 iterations.				

The made factor analysis, associated with the evaluation of different motor tests, anthropometric characteristics and equilibrium characteristics groups the tested qualities as participating in the first

factor, the second factor, etc. The presence of a factor model contains only three factors for the jumping type CMJA (rebound with the help of arms) and DJ (rebound drop jumps type). These two types of jumps include 8 tests to the first factor and 5 which relate to the second factor. With a small difference in percentage of the explained dispersion (87,50% for CMJA to 83,61% DJ) is the jump with arms (CMJA).

The conducted factor analysis leads us to the study of the correlation between the biomechanical parameters obtained from the informative tests CMJA (rebound with arms) and DJ (the drop jump), estimates of jumps, spins and steps and anthropometric indicators.

Table 49

Height	Height																
Weight	,876"	Weight															
Chest vol.[cm]	,830"	,955"	Chest vol.[cm]														
Length r. leg [cm]	,966"	,811"	,734"	Length r. leg [cm]													
Length l. leg [cm]	,971"	,839"	,768"	,989"	Length l. leg [cm]												
Shoulders' width [cm]	,918"	,869"	,866"	,849"	,843"	Shoulders' width [cm]											
Pelvis' width [cm]	,682"	,732"	,674"	,691"	,696"	,653"	Pelvis' width [cm]										
Foot length [cm]	,899"	,798"	,762"	,886"	,853"	,803"	,527"	Foot length [cm]									
hCMJA [m]	,687"	,727"	,686"	,681"	,657"	,695"	,623"	,793"	hCMJA [m]								
FCMJAmx [kN]	,621"	,748"	,635"	,636"	,651"	,576"	,561"	,631"	,793"	FCMJAmx [kN]							
VCMJAmx [m/s]	,545"	,547"	,477"	,619"	,610"	,466"	,487"	,616"	,832"	,886"	VCMJAmx [m/s]						
tCMJAtake-off [s]	,392"	,507"	,535"	,257"	,241"	,552"	,390"	,435"	,467"	,085"	-,086"	tCMJAtake-off [s]					
aCMJA [m/s2]	,304"	,279"	,197"	,427"	,430"	,173"	,291"	,326"	,506"	,756"	,898"	-,504"	aCMJA [m/s2]				
Jumps	,442"	,224"	,186"	,384"	,364"	0,489*	,117"	,317"	,223"	,245"	,173"	,174"	,085"	Jumps			
Spins	,352"	,237"	,220"	,317"	,286"	,441"	,310"	,268"	,326"	,297"	,270"	,219"	,163"	,825"	Spins		
Steps	,269"	,225"	,238"	,195"	,216"	,305"	,214"	,156"	,252"	,405"	,339"	,001"	,323"	,782"	,787"	Steps	

On **Table 49** is shown the correlation matrix relating to rebound (CMJA) for the experimental group.

The correlation table shows intragroup correlations for anthropometric indicators intergroup correlations between anthropometric and biomechanical characteristics, intragroup indicators related to estimates of sports competitions and intergroup

significant correlation between the width of the shoulders and the indicator jumps (0,489).

Table 50

Height	Height														
Weight	,876**	Weight													
Chest vol.[cm]	,830**	,955**	Chest vol.[cm]												
Length r. leg [cm]	,966**	,811**	,734**	Length r. leg [cm]											
Length l. leg [cm]	,971**	,839**	,768**	,989**	Length l. leg [cm]										
Shoulders' width [cm]	,918**	,869**	,866**	,849**	,843**	Shoulders' width [cm]									
Pelvis' width [cm]	,682**	,732**	,674**	,691**	,696**	,653**	Pelvis' width [cm]								
Foot length [cm]	,899**	,798**	,762**	,886**	,853**	,803**	,527**	Foot length [cm]							
hDJ [m]	,622**	,704**	,676**	,607**	,589**	,632**	,557**	,702**	hDJ [m]						
FDJmax [kN]	,597**	,618**	,577**	,607**	,606**	,616**	,498**	,585**	,758**	FDJmax [kN]					
VDJmax [m/s]	,676**	,616**	,617**	,675**	,645**	,588**	,453**	,726**	,527**	,348**	VDJmax [m/s]				
tDJtake-off [s]	-,350	-,268	-,280	-,331	-,320	-,243	-,093	-,356	,092	,199	-,779**	tDJtake-off [s]			
aDJ [m/s ²]	,568**	,460	,471	,591**	,555**	,465	,378	,597**	,324	,225	,964**	-,851**	aDJ [m/s ²]		
Jumps	,442	,224	,186	,384	,364	0,489*	,117	,317	,130	,416	,059	,059	,021	Jumps	
Spins	,352	,237	,220	,317	,286	,441	,310	,268	,142	,370	-,110	,273	-,166	,825**	Spins
Steps	,269	,225	,238	,195	,216	,305	,214	,156	,121	,551**	-,129	,298	-,157	,782**	,787** Steps

Table 50 is shown the correlation matrix for the rebound (DJ) for the experimental group.

Chapter 4. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

4.1. Conclusions

1. The analysis of the literature shows that as most important specific motor capabilities of figure skaters that define the sports achievement we can attribute the speed-power capabilities, coordination of movements and the sustainability of the vestibular system.
2. Major trends in the development of competitive programs for figure skaters are increasing coordination complexity and quality of performances of the jump elements, as well as compacting the programs with execution of spins and steps with the highest level of complexity. The introduction of the new a judging system in figure skating has led to a significant complication of competition programs, which requires even higher demands on jump adaptation capabilities of skaters.
3. Variation analysis of the indicators of anthropometric status of the test figure skaters is normally distributed in both measurements and marks an increase, as the highest growth is measured in height and the length of the lower limbs and the lowest in the width of the pelvis. The comparative analysis by Student's t-criterion test for dependent samples proved statistically significant increase in anthropometric indicators of tested athletes in figure skating.
4. The increase in height in Drop Jump is highest compared to other jump indicators, which is probably due to depreciation at a good stepping in depth from a height of 30 cm, followed by a rebound, and the ability to execute jump combinations while maintaining the momentum of the first jump. The growth, however, in the maximum force is most essential in the jump with the help of the arms, which is an indicator of good coordination, while growth in

the maximum velocity is highest in the rebound with preceding depreciation.

5. The comparative analysis of the evaluations from the National Championships for the research period establish a higher rate – 14,8%, in jump elements in the experimental group compared with the control group. This proves the effectiveness of the means of training impact, aimed at developing specific abilities of young skaters and influence of the specific physical preparedness on the level of technical skills.
6. In the experimental group there was reported a higher rate for jumps in terms of real competitions. The resultant high rate of the investigated parameters for the experimental group compared to that of the control proves the effectiveness and applicability of the developed sports teaching methodology in the training process.
7. The dynamic retention of the balance in landing position is more effective than static balance position Romberg, which is explained by the specificity of the sport figure skating. There is, however, a deterioration of the balance in the growth of the anthropometric indicators – height, weight, and chest.
8. There have been significant intragroup relationships for anthropometric and biomechanical indicators for all types of jumps. In all, with the exception of rebound with repetition, there is a significant correlation between the height h and the anthropometric indicators, with the exception of the width of the pelvis. Maximum force at SJ, CMJ, CMJA, DJ increases with increasing indicators of height, weight, length of the lower limbs, chest, shoulder width, while the width of the pelvis does not affect the strength of the rebound. In 20 consecutive jumps (RCMJ) the anthropometric indicators have little impact, they affect the strength of the rebound (r between 0,357 and 0,396). The only

moderate dependence with 0,493 is found with the shoulders' width.

9. Equilibrium fluctuations in the Romberg position are significantly dependent on the weight and chest circumference – $r = 0,499-0,508$, while the height of the skaters affects the balance – with increasing amplitude there is also an increase in equilibrium fluctuations in the landing position after a jump, i.e. the equilibrium is unstable, which is explained by a higher placement of the center of gravity of the body.
10. The factor structure of motor capabilities, anthropometric and equilibrium characteristics is discovered. There are three main factors – anthropometric, biomechanical and equilibrium. They can be used as optimization models for improving the structure of the basic movements and exercises in figure skating.

4.2. Recommendations

1. We recommend to the Bulgarian Skating Federation to take advantage of new instrumentation devices for monitoring and evaluation of the jumps and equilibrium capabilities of adolescent athletes in figure skating.
2. It is necessary to develop model characteristics for elite teenage figure skaters, according to body height and height of the bounce.
3. The developed complex of exercises for the development of high speed-power capability and stability of the vestibular system during the preparatory period of the annual training cycle at the stage of sports perfection of skaters can be submitted to the Bulgarian Skating Federation with a proposal for implementation.
4. BTS G-sensor to be appropriated for testing under real field conditions, namely on the ice.

List of publications:

- 1. Yordanova, T.** Current requirements for jump elements in figure skating for category – junior ladies (13–19 years). // Sport & Science, No 1, 2017, ISSN 1310-3393.
- 2. Ivanova, D., Andonov, H., Ivanov, D., Yordanova, T.** Establishment and development of international skating union – ISU. // Sport & Science, No 2, 2018, ISSN 1310-3393.
- 3. Medvedeva, I., Abele, A., Yordanova, T.** STRUCTURE AND CONTENT OF SPECIAL PHYSICAL TRAINING OF SKILLED SKATERS. // Scientific journal National Pedagogical Dragomano